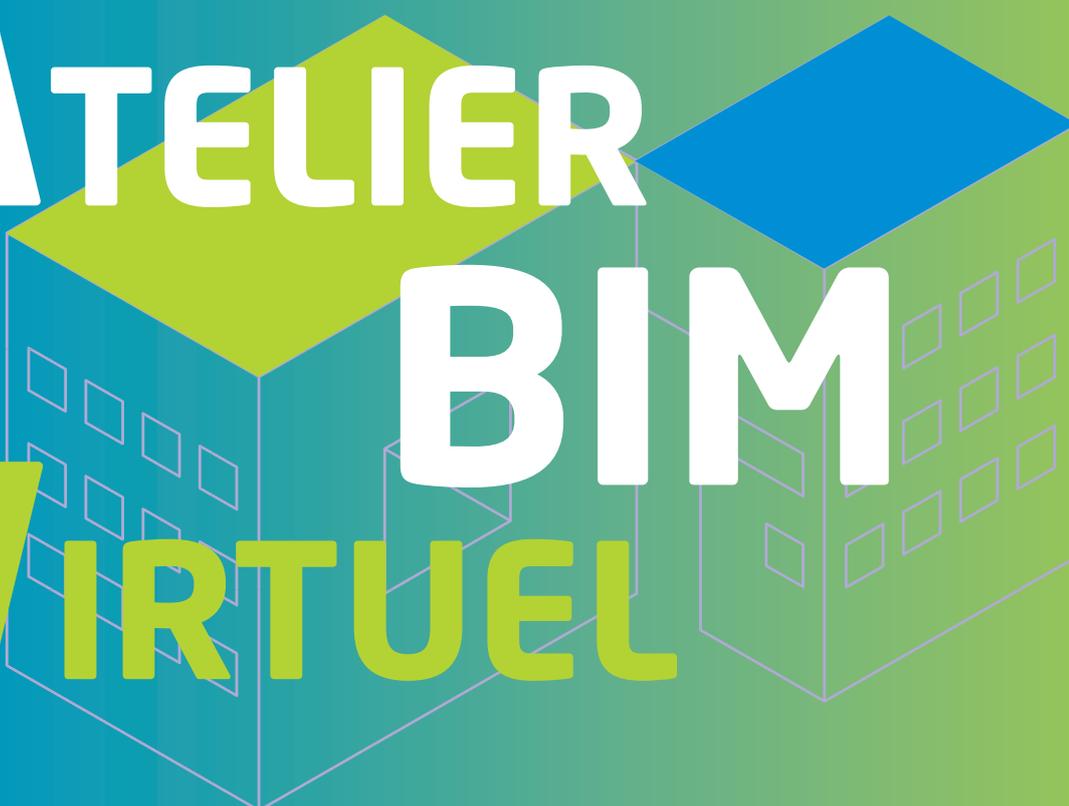


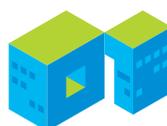
ATELIER BIM VIRTUEL



RETOUR D'EXPÉRIENCES
ENTREPRISES



L'UNION SOCIALE POUR L'HABITAT
Les Hlm, habiter mieux, bien vivre ensemble



**Plan Transition Numérique
dans le Bâtiment**

PROJET ATELIER BIM VIRTUEL (ABV)

Le Plan de Transition Numérique du Bâtiment (PTNB) a confié à l'Union sociale pour l'habitat (USH) la réalisation du projet Atelier BIM Virtuel (ABV), projet animé par Christian Herreria (PROTEA Conseil), qui a mobilisé sur un délai relativement court de 9 mois (juillet 2016 à avril 2017), jusqu'à 130 acteurs métiers et observateurs, dont 30 organisations professionnelles.

L'objectif du projet ABV est d'établir de façon réaliste et pragmatique, un "Etat de l'art, dans la vraie vie, du BIM à aujourd'hui".

→ Ce que l'on sait concrètement et optimalement faire en BIM de niveau 2, pour une opération courante traitée en lots séparés avec des TPE/PME, en suivant les jalons de la loi MOP, lors des phases programmation, conception, réalisation, exploitation, déconstruction et recyclage, au mieux des connaissances, des savoir-faire et des outils des acteurs.

Il s'agit, pour gagner du temps, de reproduire virtuellement (sans reconstruire) en BIM de niveau 2 une opération courante existante déjà réalisée hors BIM en lots séparés, avec les outils métiers habituellement utilisés par les professionnels. Cette expérimentation BIM en mode collaboratif vise à :

- Réaliser un état de l'art du BIM de niveau 2 en situation réelle,
- Établir la comparaison entre une approche classique et une approche BIM,
- Partager les retours d'expérience, les apports, mais aussi des interrogations, freins ou difficultés induits par cette pratique.

Pour ce faire les acteurs du projet, proposés et accompagnés par leur organisme professionnel, ont suivi des formations et bénéficié d'un appui des éditeurs regroupés dans Mediaconstruct.

L'opération qui a servi de référence au projet ABV est celle des 30 logements de Saint Eloi à La Rochelle de l'OPH CDA LR (R+3, 4 100 m² de shon, BBC Effinergie – Architecte Pierre Curutchet) lancé en 2010, et dont l'exploitation a débuté mi-2012. Le dossier de base de référence comprend tous les éléments de la programmation, de la conception (ESQ, APS, APD, PC, PRO, DCE), de la construction (EXE, CR CHT, plans, photos, etc.), de la réception (levée des réserves, DOE et DIUO), ainsi que le REX d'exploitation de 4/5 ans (gestion, entretien, maintenance, travaux, dommage d'ouvrage, ...). Le projet ABV reprend toutes les étapes de l'opération de référence de la loi MOP, de la programmation à l'exploitation.

Cette démarche pragmatique a pour but d'établir un état des lieux des différents outils utilisés, des processus et des méthodes collaboratives mises en œuvre, et de recueillir, pas à pas, les retours d'expérience des acteurs et des équipes, pour mettre en évidence les bonnes pratiques, les bénéfices et les difficultés, les points de vigilance, les écueils à éviter et les moyens à appliquer pour le développement optimal du BIM de niveau 2 dans le cadre d'une opération courante traitée en lots séparés.

Ce retour d'expérience du projet ABV vise à restituer "une histoire du BIM" et constituer une des contributions aux travaux menés par le PTNB. Ce REX est propre au projet ABV, aux acteurs mobilisés et aux outils utilisés, sans vouloir mettre en avant une pratique ou un logiciel.

L'ÉQUIPE DE RÉALISATION

Entreprise RAGOUCY

Nicolas CHABRAND, Hamza KOURIEM,
Frédéric REYNAUD, Jean Philippe BLANC
Lot Gros Œuvre - Pilote de la synthèse

Entreprise ISORE Bâtiment

Anne MANIER, Julien HEURTEBIZE
Lot Bardage

Entreprise BATISOL Plus

Michel DROIN, Ludovic HAMOIR
Lot Revêtement des sols collés – Faïence

Entreprise MORALES

David MORALES, Baptiste MORALES
Lot Cloisons et doublage

Entreprise MAS

Pierre MAS, Bruno MAS
Lot Plomberie et chauffage

Entreprise IDEAL

Jacques MONTEL, Gil GRAS
Lot Serrurerie

EGIS

Jean Paul TREHEN - Management du BIM

SOMMAIRE

RÉSUMÉ CHRONOLOGIQUE DE LA PHASE RÉALISATION DU PROJET ABV	4
I. PHASE DE CONSULTATION DES ENTREPRISES	5
■ Dossier DCE	5
■ Entreprise RAGOUCY (Lot Gros œuvre)	6
1. Ressources logicielles	6
2. Formations et accompagnement	6
3. Méthode de réalisation de l'étude de prix	6
4. Apports positifs, difficultés et réflexions	9
■ ISORE Bâtiment (Lot Bardage)	10
1. Méthode de réalisation de l'étude de prix	10
2. Apports positifs, difficultés et réflexions	10
■ Entreprise BATISOL Plus (Lot Revêtements de sol)	11
1. Ressources logicielles	11
2. Formations et accompagnement	11
3. Méthode de réalisation de l'étude de prix	11
4. Apports positifs, difficultés et réflexions	11
■ Entreprise MORALES (Lot Cloisons et doublage)	12
1. Méthode de réalisation de l'étude de prix	12
2. Apports positifs	14
■ Entreprises MAS et IDEAL (Lots Plomberie/Chauffage et Serrurerie)	15
■ Synthèse des enseignements des entreprises	15
II. ÉLABORATION DE LA CONVENTION BIM RÉALISATION	16
■ Objectif	17
■ Elaboration et mise à jour	17
■ Point de vigilance	17
III. PHASE PRÉPARATION CHANTIER	18
■ Dossier Marché	18
■ Entreprise RAGOUCY (Lot Gros œuvre)	19
1. Ressources logicielles	19
2. Méthode de réalisation du PIC	19
■ Synthèse des enseignements des entreprises	21
IV. PHASE EXÉCUTION (EXE) ET SYNTHÈSE	23
■ Entreprise RAGOUCY (Lot Gros œuvre)	24
1. Méthode de réalisation du plan de coffrage du R+1	24
2. Phase Synthèse	25
3. Apports positifs, difficultés	25
■ ISORE Bâtiment (Lot Bardage)	26
1. Méthode de réalisation du plan des bardages du R+1	26
2. Remarque sur le choix de l'objet bardage Trespa	28
3. Apports positifs, difficultés	28
■ Entreprises BATISOL Plus et MORALES (Lots Revêtements de sol et Cloisons/doublage)	29
1. Choix d'externalisation des études d'EXE	29
2. Etude d'exécution des cloisons	30
3. Apports positifs, difficultés	33
■ Entreprise IDEAL (Lots Serrurerie)	34
1. Méthode de réalisation du plan des garde-corps du R+1	34
2. Apports positifs, difficultés et réflexions	35
■ Synthèse des enseignements des entreprises	36
V. NIVEAUX DE DÉVELOPPEMENT (LODs) DES OBJETS DANS LES MAQUETTES	38
■ Niveaux de développement (LODs)	39
■ Définition des objets géométriques (LOD) et des informations associées (LOI)	39
■ Informations utiles associées aux objets (LOI)	42
VI. CONCLUSIONS DES ENTREPRISES	44

RÉSUMÉ CHRONOLOGIQUE DE LA PHASE RÉALISATION DU PROJET ABV

Les étapes de la phase Réalisation détaillées dans ce document concernent :

- I. Phase de consultation des entreprises
- II. Élaboration de la “Convention BIM Réalisation”
- III. Phase Préparation
- IV Phase Exécution (EXE) et Synthèse

Le projet ABV étant virtuel et ne conduisant pas à construire les phases, DET (Travaux) et AOR (Réception) et DOE n’ont pas été traitées.

Néanmoins nous avons profité du chantier BIM en cours “Les Roses de Provence” à Manosque de l’Entreprise RAGOUCY pour réaliser un film qui illustre ces phases.

- ➔ **NOTA** : Pour faciliter la lecture du document et éviter les redites, les Retours d’Expériences (REX) des entreprises sont établis par phase, détaillés pour la première entreprise, complétés si nécessaire par les autres entreprises, et suivis d’une synthèse des enseignements par phase.

I. PHASE

CONSULTATION

DES ENTREPRISES

Dossier DCE

Le DCE (version 1), par manque de temps, mais aussi par manque d'expression des besoins et attentes au niveau de la précision des informations concernant les maquettes numériques et documents associés ou liés à destination des entreprises (à intégrer dans le futur dans la "Convention BIM Conception"), était correct et cohérent, mais imprécis et non complet, en particulier pour les lots Bardages et Serrurerie.

La maîtrise d'œuvre, pour permettre aux entreprises d'exploiter au mieux le potentiel du DCE numérique, a élaboré une seconde version du DCE.

Mis à disposition sur la plateforme "Trimble Connect" la version 2 est jugée par les entreprises d'une qualité très correcte par rapport aux dossiers d'appels d'offres "Marchés publics" que l'on peut couramment télécharger sur les plateformes de dématérialisation.

Les maquettes numériques associées au DCE sont largement exploitables, notamment celles de l'architecte et les modèles du BET Structure et de l'économiste.

Entreprise RAGOUCY

Lot Gros œuvre

Il est à noter que l'entreprise RAGOUCY est déjà engagée dans la démarche BIM au travers d'une opération de 35 logements locatifs sociaux "Les roses de Provence" en cours de construction (fin du Gros œuvre). Cela nous a permis d'avoir, en parallèle, un deuxième point de vue sur le BIM et d'utiliser cette opération pour illustrer la phase Travaux (voir film ABV).

1. Ressources logicielles

Dans le cadre la phase consultation et rendu de l'offre de prix, ont été utilisés les logiciels suivants :

- EXCEL : DPGF et offre de prix
- PROGAP : étude de prix
- TEKLA BIM Sight : visualisation de maquette lfc
- ATTIC+ : visualisation de la maquette "métrés" de l'économiste, modélisation d'une maquette "métrés" RAGOUCY à partir du plan PDF Structure

2. Formations et accompagnement

Dans le cadre du projet ABV, nous avons bénéficié de 2 formations :

- SOLIBRI Model Checker (SMC) par les formateurs ALLPLAN,
- ATTIC+ par Stéphane BERNARD.

À NOTER

Le logiciel SMC est riche et très performant mais il ne nous parait pas être un outil destiné aux entreprises. Il permet de faire du contrôle de maquette et serait à notre sens plus adapté aux bureaux de contrôle et aux BET, ou aux entreprises dans le cadre d'une mission de synthèse.

Le logiciel ATTIC+ par contre correspond parfaitement à nos attentes d'entreprise en matière de métrés/quantitatifs. La formation a duré une journée et nous a permis de percevoir le potentiel du logiciel. C'est un vrai logiciel de métré à interfacer au logiciel PROGAP de chiffrage de l'entreprise.

3. Méthode de réalisation de l'étude de prix

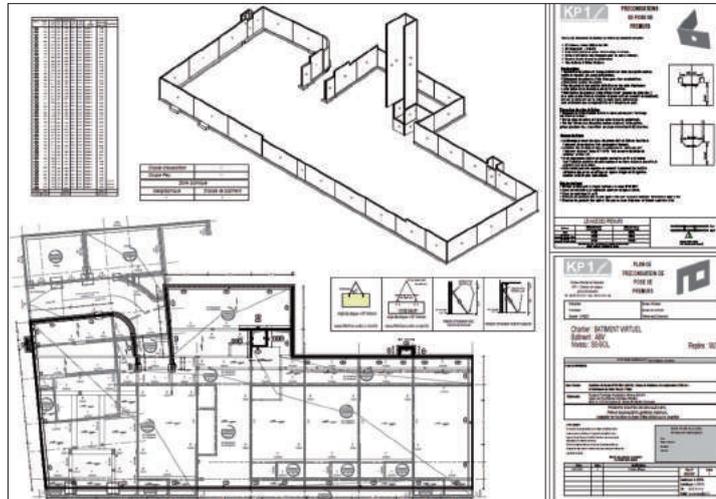
Il convient de dissocier la phase d'élaboration du quantitatif de la phase étude de prix et rendu de l'offre.

Avant métrés

Les avant-métrés ont été établis de 3 façons différentes pour comparaison :

- 1) Par l'économiste avec le logiciel ATTIC+ avec un rendu sous forme d'une maquette lfc et d'un DPGF sous EXCEL.
- 2) Par l'entreprise selon la méthode "habituelle" :
 - Utilisation des plans papier 2D,
 - Repérage des ouvrages à l'aide de Stabilo de couleur sur les plans,
 - Quantification des ouvrages sur un tableur EXCEL mis au point en interne,
 - Récapitulation des résultats sur un document EXCEL permettant de préparer l'étude de prix et l'offre de prix.
- 3/ Par l'entreprise à l'aide du logiciel ATTIC+ à partir des plans PDF de structure.

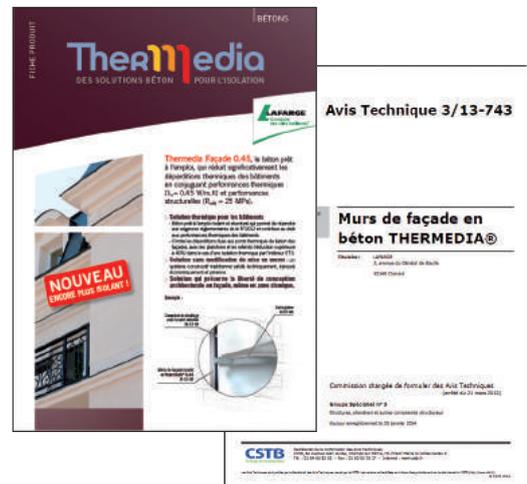
- Une variante méthode consistant à remplacer les murs banchés du sous-sol par des prémurs. Ci-après une vue 3D jointe au mémoire technique illustrant cette option constructive.



Vue 3D de la variante prémurs

- Une variante structurelle :
 - Remplacement des murs de façades en briques par du béton isolant type THERMEDIA de chez LAFARGE,
 - Remplacement des rupteurs thermiques par un système de Thermo-prédalle.

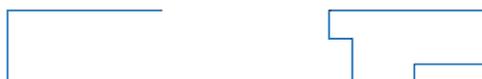
Ces variantes structurelles ont été traitées dans le logiciel d'étude de prix mais non représentées sur des maquettes numériques. Il paraît intéressant de voir comment intégrer les variantes dans la maquette et notamment les pièces liées (Avis technique, schéma de pose etc.), et qui le fait.



À NOTER

Visualiser et exploiter une maquette numérique DCE permet certes de gagner du temps, mais ne permet pas forcément au chargé d'études d'analyser correctement le projet dans le détail. L'avantage de faire les métrés avec une maquette numérique métier en qualifiant les ouvrages tels qu'ils vont être réalisés, permet d'affecter des temps unitaires en fonction des difficultés et des modes opératoires choisis. Pour ce faire, le lot Gros oeuvre peut partir de la maquette numérique Structure ou à défaut des plans dwg ou PDF pour bâtir son modèle, et utiliser la maquette numérique de l'économiste pour vérifier ses quantités.

30 ml de murs en 3 jours ≠ 30 ml de murs en 6 jours



En effet le temps unitaire ou le rendement n'est donc pas le même.

4. Apports positifs, difficultés rencontrées et réflexions dans le cadre d'une réponse à un appel d'offre

POINTS



Le BIM apporte des avantages non négligeables sur notre façon de répondre à un appel d'offres, phase habituellement lourde pour l'entreprise et source d'erreurs :

- Visualisation rapide en 3D des éléments de la construction,
- Récupération et contrôle des quantités (à partir de la maquette Économiste) assez facile à faire à l'aide de la visionneuse ATTIC+, ce qui permet d'effectuer des sondages sur les quantités fournies au DCE sans pour autant refaire l'ensemble des métrés.
- Les ressaisies sont ainsi évitées pour un gain de temps sensible avec des risques d'erreurs limités.
- Visualisation aisée des éléments pris en compte dans les quantités,
- Modification de la maquette ATTIC+ en fonction de son évolution et recalculé instantané des quantités.



Comme toute "révolution", il faut s'adapter à une nouvelle méthode de travail ce qui engendre des difficultés :

- Réalisation plus longue des quantitatifs par rapport à la méthode "traditionnelle" du moins pendant la période d'apprentissage,
- Découverte d'un nouveau logiciel (ATTIC+) avec les difficultés que cela représente, même si le service technique de l'éditeur nous a accompagnés et aidés sur certains points bloquants.
- Problèmes liés à la qualité des maquettes DCE. Ce point est fondamental, car c'est à partir de celles-ci que les chiffrages sont réalisés : mauvaise maquette = mauvais chiffrage (au profit de qui ? De l'entreprise ou du maître d'ouvrage ?). La maquette permet d'automatiser les tâches, mais une mauvaise modélisation entraîne une mauvaise interprétation logicielle que l'humain aurait été capable d'interpréter peut-être différemment.

Réflexions

Au niveau de la puissance des PC nous n'avons pas rencontré de problème car nous travaillons avec des stations de travail puissantes et récentes, mais cela peut être un frein.

La qualité de la liaison Internet est également cruciale. Elle doit être de bonne qualité avec des débits suffisamment conséquents et stables pour permettre les échanges entre les différents partenaires. À Gap, la liaison est moyenne et cela permet de travailler en BIM de niveau 2 (mode collaboratif), mais la fibre sera un passage quasi obligatoire pour pouvoir à terme travailler efficacement en BIM de niveau 3 (maquette intégrée).

L'interopérabilité entre le logiciel de métrés ATTIC+ avec notre logiciel d'études de prix PROGAP permettrait d'utiliser le découpage de notre affaire de base PROGAP comme bibliothèque ATTIC+, pour pouvoir réinjecter directement les quantités par un import de ATTIC+ vers PROGAP dans la bonne structure de données.

Entreprise ISORE Bâtiment

Lot Bardage

1. Méthode de réalisation de l'étude de prix

Nous avons testé plusieurs méthodes pour répondre à l'appel d'offres :

1 - Traditionnel (logiciel 2D Calculocad) + visualisation maquette avec la visionneuse Trimble

➔ La maquette utilisée dans la méthode 1 est un "accélérateur de compréhension" en comparaison avec les dossiers d'appel d'offres en 2D. Par contre les métrés ont été réalisés avec les plans en 2D.

2 - Utilisation de la visionneuse ATTIC+ pour visionner la maquette de l'économiste

➔ La méthode 2 nous a permis d'avoir rapidement le m² de bardage, par contre les profils de finitions non dessinés sont à métrer sur les plans 2D.

3- Importation de la maquette Architecte dans le logiciel de métré ATTIC+

➔ La méthode 3, après formation, nous a permis de faire les métrés du bardage en associant des contraintes à l'objet bardage : les métrés de profils de finitions ont été calculés automatiquement par le logiciel.

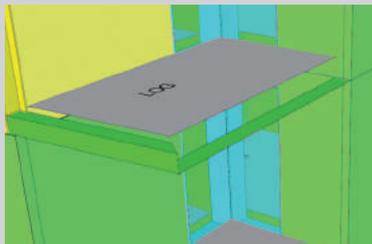
Dans un futur (proche ?), il est prévu des passerelles entre MDE (le logiciel de gestion que nous utilisons pour établir nos devis) et ATTIC+, qui permettront la création automatique du devis au fur et à mesure des métrés. Les trois méthodes ont permis de réaliser les métrés avec des résultats cohérents.

2. Apports positifs, difficultés rencontrées et réflexions dans le cadre d'une réponse à un appel d'offre

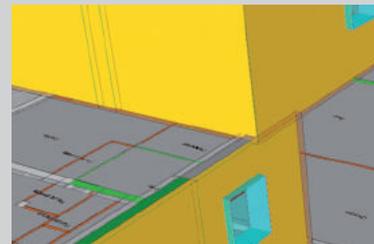
POINTS



- Le principal avantage qui ressort de l'utilisation de la maquette numérique en phase DCE, c'est le gain de temps et donc d'argent puisque c'est une phase non rémunérée.
- La maquette Économiste a été un plus, car nous y avons localisé plus facilement les ouvrages, l'économiste avait renseigné la maquette là où il manquait des informations dans la maquette Architecte.
- De plus, avec la méthode 3, lorsque l'affaire est gagnée, la maquette créée sur ATTIC+ peut être réutilisée par le Bureau d'Études méthodes et Exe en phase Travaux grâce à l'export en Ifc.
- La maquette numérique du maître d'œuvre en phase DCE n'était pas correctement définie et renseignée pour retrouver rapidement la localisation des ouvrages et leurs caractéristiques.
- Le DCE qui n'est pas un dossier d'EXE, comporte quelques problèmes, par exemple :



Nez de dalle à dissocier du bardage



Problème de liaison de voile

POINT DE VIGILANCE

Si l'on veut exploiter au mieux les maquettes et le dossier DCE lors de la réponse aux appels d'offres, il est nécessaire qu'ils soient complets, relativement précis et porteurs d'informations cohérentes.

Entreprise BATISOL Plus

Lot Revêtements de sols collés - faïence

1. Ressources logicielles

- Attic+ et Easy Kutch
- Multidevis 100

2. Formations et accompagnement

La formation a été assurée par Christophe Maret l'économiste du projet, dans ses bureaux de Parthenay, la proximité avec l'entreprise BATISOL Plus de Châtellerault le permettant. Ce fut intéressant et indispensable.

3. Méthode de réalisation de l'étude de prix

- 1 - Réalisation d'une maquette métier "Revêtement de sol collé" à partir des plans PDF et le dossier DCE 2D (1 j pour l'ensemble du bâtiment)
- 2 - Réalisation de la maquette à partir des plans dwg issus de la maquette Architecte (essai sur 4 logements)
 - ➔ Abandon après ½ heure en raison du trop grand nombre de corrections nécessaires.
- 3 - Exploitation de la maquette Économiste : quelques petites corrections puis renseignement de la maquette avec les ouvrages éclatés de notre CCTP (½ journée pour l'ensemble).
 - ➔ Livrables
 - DPGF fourni par l'économiste, renseigné avec nos prix
 - Devis réalisé sur Multidevis avec nos quantités extraites de la maquette
 - Maquette renseignée avec nos ouvrages.

4. Apports positifs, difficultés rencontrées et réflexions dans le cadre d'une réponse à un appel d'offre

POINTS



- La réalisation des nombreuses études de prix pour répondre aux appels d'offres est une lourde charge pour l'entreprise et source d'erreurs potentielles.
- En BIM, le gain de temps constaté pour définir des quantitatifs à partir de la maquette de l'économiste, la qualité, précision et fiabilité des quantités, la facilité de prise en compte des modifications et la capacité à faire des contrôles, sont des apports très positifs pour l'entreprise.



La qualité des maquettes et du dossier DCE est le problème majeur :

- La maquette DCE de l'architecte est esthétique mais contient encore quelques erreurs. Sa remise en conformité serait trop compliquée et longue. Elle reste néanmoins le modèle de référence.
- Par contre la maquette de l'économiste est plus proche de nos attentes, malgré quelques incertitudes sur la localisation des faïences, un écart sur les surfaces des escaliers et sur le nom de certaines pièces par rapport au CCTP (vélo, ménage, téléphone, entretien).

Le temps de formation et d'apprentissage nécessaires pour prendre possession de l'outil reste une problématique à intégrer si l'on veut bénéficier de tous les apports du BIM.

Réflexions

La maquette métier issue de l'étude de prix est une base qualitative potentiellement utile pour la préparation du chantier et la commande des matériaux.

Elle pourrait également servir demain de base au repérage et localisation des réservations (décaissés sur les planchers) et à l'élaboration des plans d'exécution pour les compagnons du chantier (calepinage, tramage, création ou déplacement d'un siphon, coupes avec formes de pente etc.)

Il conviendra pour mieux gérer les interfaces, d'enrichir la maquette d'informations sur la nature des supports livrés par les autres corps d'état (CCTP des lots Gros œuvre, plâtrerie...).

Entreprise MORALES

Lot Cloisons et doublage

1. Méthode de réalisation de l'étude de prix

L'entreprise (de petite taille) a choisi d'exploiter au mieux les éléments du DCE numérique disponibles :

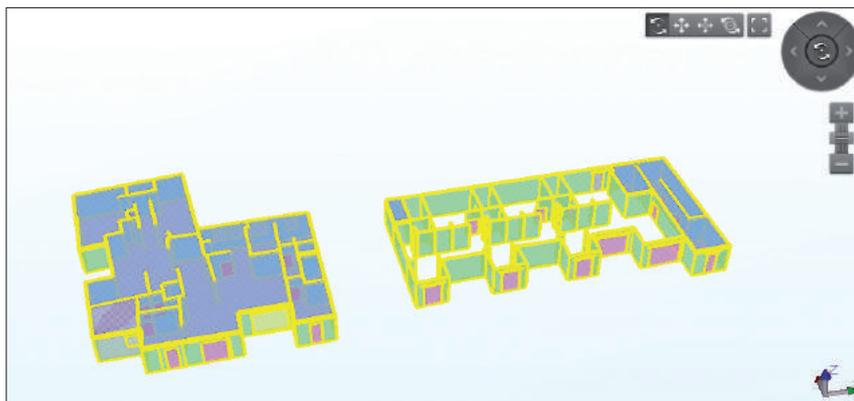
- Etude du chantier à partir des éléments du dossier de consultation
- Intervention sur la maquette Architecte pour le chiffrage des ouvrages
- Rédaction de l'offre et renseignement de toutes les pièces du dossier
- Dépôt de l'offre sur la plateforme

Le tableau ci-après vise à comparer la méthode "habituelle" et celle utilisée pour le projet ABV en BIM et d'en tirer des enseignements.

Etude de chantier "habituelle"	Etude chantier "projet ABV"	Commentaires
Récupération des éléments du dossier		
Téléchargement du dossier sur une plateforme dématérialisée. Ou : Commande du dossier papier que l'on reçoit par courrier ou que l'on va chercher chez un tireur de plan.	Projet ABV déposé sur la plateforme Trimble Connect sous format numérique dont il suffit d'obtenir les droits d'accès avant de télécharger le dossier de consultation.	L'outil Plateforme n'est pas intuitif et peut changer à chaque opération. → Nécessité de se former pour utiliser correctement cette plateforme.
Téléchargement sur notre ordinateur des parties du dossier qui nous intéressent.	Recherche dans le dossier sur la plateforme Trimble Connect des éléments nécessaires pour l'étude.	La plateforme Trimble Connect fait plus que partager des dossiers. http://connect.trimble.com/
	Téléchargement sur notre ordinateur des parties du dossier qui nous intéressent.	Attention une plateforme à ses fonctionnalités propres, ce n'est pas toujours "du Windows".

Etude de chantier "habituelle"	Etude chantier "projet ABV"	Commentaires
Réalisation de l'étude de prix		
Prise de connaissance du CCTP et des plans en essayant de comprendre le projet, de le visualiser avec les plans 2D, les coupes et les détails. Toutes les subtilités architecturales ne sont pas compréhensibles au premier coup d'œil.	Prise de connaissance du CCTP et des plans en visualisant directement les maquettes en 3D du premier coup d'œil.	La 3D est un avatar qui accélère la compréhension du projet. → Un simple zoom permet de visualiser des détails du projet à construire → Possibilité de détecter des problèmes en amont → Gain de temps
Création d'un dossier dans le logiciel de devis (SAGE).	Création d'un dossier dans le logiciel devis de l'entreprise (SAGE).	http://www.sage.fr
Saisie dans le devis du cadre de décomposition, des titres des ouvrages exécutés suivant le plan défini, intégration d'ouvrages déjà existants dans la bibliothèque du logiciel et éventuellement création d'un nouvel ouvrage si celui-ci n'existe pas.	Saisie dans le devis du cadre de décomposition de manière identique. Il n'a pas été malheureusement possible de créer le lien entre le logiciel Attic+ et le logiciel SAGE i7 malgré diverses tentatives infructueuses.	→ Un format interopérable existe entre le logiciel 3d BIM d'Attic+ et les logiciels métrés devis sous BIMétré.
Réalisation des métrés dans le programme spécialisé du logiciel de devis permettant de saisir les minutes qui sont calculées automatiquement et gardées en mémoire pour chaque ouvrage.	Extraction des métrés à l'aide du logiciel Attic+ plus directement à partir de la maquette numérique 3D. À l'aide de la souris il suffit de sélectionner l'ouvrage numérique et de récupérer les unités, les surfaces, par linéaire de cloison. Les mètres sont transmis automatiquement au logiciel de devis.	http://www.attic-plus.fr/ → On passe pour les métrés de la maquette numérique au devis automatiquement. → Gain de temps très appréciable, vérifications aisées, sélection automatique d'ouvrages identiques, repérages rapides par la mise en surbrillance.
Pour le métré, les outils utilisés sont le kutch et des Stabilos avec lesquels on matérialise, en faisant le relevé des métrés, les ouvrages à exécuter chacun par des couleurs différentes.	Exécution des métrés à l'aide du logiciel Attic+ directement sur le plan 3D (kutch et fluo digital). Tout en exécutant les métrés, le logiciel crée une maquette 3D des ouvrages, qu'il est possible d'exporter au format lfc.	→ On passe de la main à la machine. → Et en faisant le métré, on peut créer facilement une maquette 3D métier, au format lfc, contenant les propriétés des ouvrages.
Une fois le devis exécuté, il est possible de récupérer un document où sont énumérés des quantitatifs de tous les produits, indispensables à l'exécution des ouvrages définis. À l'aide de ce document une demande de devis peut-être envoyée aux fournisseurs. Intégration des prix fournisseur, pour finaliser le devis.	Quantitatif de façon identique pour demande de prix aux fournisseurs.	→ Les outils existants peuvent faire gagner beaucoup de temps sur les chantiers en faisant simplement un devis. → La décomposition des ouvrages en sous-détails, matériel heures, par zones, permet un calcul rapide des planning envisagés, de maîtriser les approvisionnements, et de préparer l'organisation du chantier.
Finalisation du devis	Finalisation du devis	→ Avec ces nouveaux outils bien maîtrisés, il sera possible d'arriver à cette étape plus rapidement.

Etude de chantier "habituelle"	Etude chantier "projet ABV"	Commentaires
Réalisation de l'étude de prix		
Le cadre de décomposition de l'opération peut être rempli en conformité avec le devis établi par l'entreprise.	Un format Excel fourni à la place d'un PDF fait gagner beaucoup de temps (il permet le copié-collé)	→ L'interopérabilité entre cadre de décomposition et logiciel de devis devrait être assurée.
Création du dossier administratif		
DC-1 Lettre de candidature DC-2 Déclaration du candidat DC 3 Acte d'engagement DC-4 Déclaration de sous-traitance		→ Pour le projet ABV le changement c'est le zéro papier.
Mémoire justificatif et technique.	Remise d'une maquette et de l'identification de tous les ouvrages sur un plan fourni par le logiciel Attic+ (voir ci-après)	→ Les offres sont plus claires et explicites.
Transmission du dossier		
Mise sous enveloppe du dossier, dépose chez le destinataire ou envoi en recommandé avec AR	Dématérialisation de l'envoi des offres	→ Suppression des envois courrier



Maquette Ifc 1^{er} étage créée par Sarl MORALES pour faire les métrés A.O

2. Apports positifs dans le cadre d'une réponse à un appel d'offre

POINTS



- Pour la réponse à l'appel d'offre, notre entreprise s'est simplement "mise" à la maquette numérique 3D en mode utilisateur car notre taille et nos marchés, ne nous avaient jamais rapprochés des outils de DAO. Pour le reste, le numérique faisant partie de notre quotidien, nous n'avons pas eu de problème particulier.
- Après une formation de base très rapide, il nous a été possible de franchir le cap pour répondre à une consultation BIM telle que celle du projet ABV. Le principal avantage de cette méthode de travail pour répondre à un appel d'offre est le gain de temps alors que les entreprises ne sont jamais rémunérées pour ce genre de prestation ; il s'agit là d'un point important. Pour un certain nombre de projets en appel offre, le dossier s'arrête là..., pour les marchés gagnés, l'approche BIM nous fait entrevoir une possibilité d'aide, de la phase préparation à l'organisation du chantier et au travail collaboratif.

Entreprises MAS et IDEAL

Lot Plomberie Chauffage et Lot Serrurerie

Méthode de réalisation de l'étude de prix

Les maquettes n'étant pas assez détaillées et renseignées pour les lots Plomberie Chauffage et Serrurerie, les deux entreprises ont élaboré une réponse "classique" à partir du DCE numérique, en se servant néanmoins de la maquette Architecte pour mieux comprendre le projet via différents viewer.

Synthèse des enseignements des entreprises

pour la phase réponse à l'appel d'offres

Les entreprises ont bien perçu tous les bénéfices d'une réponse à un appel d'offre dans le cadre d'une opération BIM (quand tout marche bien) avec principalement :

- La facilité de compréhension du projet par la visualisation en 3D au premier coup d'œil des éléments de la construction,
- Un dossier DCE mieux conçu et plus cohérent (normalement...),
- Un gain de temps pour établir et contrôler les quantitatifs,
- Une fiabilité des quantitatifs récupérés,
- Une visualisation des éléments pris en compte dans les quantités,
- Une intégration sans ressaisie des quantitatifs dans les outils de chiffrage si ceux-ci sont interfacés avec l'outil de métré lfc,
- Un gain de temps sensible pour répondre à l'appel d'offre, avec des risques d'erreurs limités.

De plus dans le cas d'une commande, le dossier étude 3D peut servir de base à la préparation du chantier, aux commandes auprès des fournisseurs, au suivi du chantier, etc.

POINT DE VIGILANCE

Néanmoins, si l'on veut exploiter au mieux les maquettes, elles doivent être complètes, précises et porteuses d'informations cohérentes.

Il convient donc de :

- préciser et détailler suffisamment le DCE pour que chaque lot retrouve les éléments nécessaires pour son étude,
- associer le DCE numérique à une notice explicative pour optimiser son exploitation, et savoir où retrouver les informations indispensables pour le chiffrage des corps d'état,
- inciter les entreprises à se former, si nécessaire, avant la phase Étude de prix en BIM pour exploiter au mieux le DCE numérique et les outils informatiques (wiever, plateforme collaborative, ...).

II. ÉLABORATION

de la CONVENTION

BIM RÉALISATION

Fort du “Cahier des charges BIM de la MOA”, de la “Convention BIM Conception”, à intégrer au DCE, il convient que les acteurs de la phase Réalisation s'accordent sur qui fait quoi, quand, comment, pour pouvoir atteindre les objectifs BIM définis.

En particulier, pour la phase Réalisation, sont attendus des entreprises certains livrables (maquettes, plans associés et données liées) en phase Marché, EXE, synthèse et DOE avec le niveau de détails et d'informations souhaités.

Pour le projet ABV nous avons mobilisé Jean Paul TREHEN pour nous aider à mettre au point ce document.

Objectif de la Convention BIM Réalisation

La “Convention BIM Réalisation” du projet ABV définit les modalités et processus BIM, et décrit précisément les rôles, les responsabilités, les tâches, les processus inhérents à l’exécution BIM du projet pendant les phases Marché, EXE-Synthèse et DOE.

La Convention BIM Réalisation” du projet (document descriptif et annexe détaillée) sert de référence dans les domaines suivants :

- Présentation du projet
- Équipe BIM (*présentation, contributeurs, formation, échéancier*)
- BIM management (*missions, responsabilités, producteurs BIM*)
- Objectifs et usages BIM (*objectifs généraux et valorisation des usages du BIM*)
- Processus BIM (*processus BIM management, suivi, consolidation*)
- Niveaux de développement (*définition des modèles, classification des éléments*)
- Procédures de collaboration (*stratégie, typologie, plateforme, processus de collaboration*)
- Contrôle qualité (*stratégie, typologie, unités, précision et tolérance*)
- Infrastructure informatique (*solutions logicielles, postes, bibliothèques et standards*)
- Structure de la maquette numérique (*dénomination des fichiers, modèles de référence, structuration*)
- Données partagées (*environnement, cartouche et formats*)
- Livrables (*liste des livrables, 2D, 3D*)
- Annexes

Ce type de document doit être complété et approuvé par toutes les parties contribuant au projet. La “Convention BIM Réalisation” est associée à un tableau Excel contenant toutes les annexes.

Élaboration

La Convention de Projet est à présenter par le BIM Management lors de la réunion de démarrage du projet puis distribuée à chacune des parties pour une première collecte des informations des contributeurs.

La “Convention BIM Réalisation” élabore une synthèse des observations et suggestions reçues de chaque contributeur. Cette synthèse sera soumise à la maîtrise d’ouvrage pour approbation puis diffusée à l’ensemble des parties pour acceptation.

Le BIM Management anime le cycle de consultation pour acceptation qui doit s’établir entre les parties, jusqu’à l’élaboration d’une première version approuvée pour le démarrage du projet.

La Convention BIM est diffusée pour exécution à l’ensemble des contributeurs, chaque version acceptée par toutes les parties.

Mise à jour

La Convention BIM est un document vivant. Il doit évoluer en fonction du projet. Le processus de modification est assuré par le BIM Management. La mise à jour de la Convention BIM est réalisée en concertation avec tous les contributeurs. Une mise à jour est planifiée à chaque début de phase. Les annexes peuvent être mises à jour sans que cela provoque une modification de la Convention BIM.

POINT DE VIGILANCE

Le dossier DCE numérique doit préciser clairement les attentes de la MOA et MOE, et ce que l’on attend des entreprises en BIM tout au long de la phase Réalisation.

Il est souhaitable que ce Cahier des charges BIM soit présenté et commenté aux entreprises retenues, et que celles-ci aient le temps de se former et d’élaborer la “Convention BIM Réalisation” avant de commencer.

La “Convention BIM Réalisation” est perçue positivement et jugée importante par les entreprises pour réussir une opération en BIM. Mais du fait de sa nouveauté, elle nécessite du temps pour l’élaborer en mode collaboratif, et d’un management du BIM pour une mise en œuvre rigoureuse et un suivi tout au long de la phase réalisation Marché, EXE-Synthèse et DOE.

III. PHASE

PRÉPARATION CHANTIER

DOSSIER MARCHÉ

Suite à la désignation des entreprises pour la réalisation du chantier et préalablement au lancement de la phase de préparation, il convient d'actualiser le DCE pour y intégrer les différentes modifications et actualisations validées lors de la phase ACT ; dans le cas d'ABV, une variante structurelle ayant des incidences sur plusieurs lots. C'est le Dossier Marché.

Importance de la phase de préparation

La période de préparation du chantier est pour les entreprises en charge des travaux l'occasion de :

- Satisfaire aux formalités administratives,
- Rédiger son PPSPS (Plan particulier de sécurité et de protection de la santé),
- Préparer techniquement le chantier,
- Valider la rotation du matériel,
- Préciser les tâches,
- Etablir son planning d'exécution cible,
- Définir le Plan d'installation du Chantier (PIC),
- Mettre au point les détails (2D ou 3D si besoin), les partager et les valider,
-

et contribuer à définir, en corrélation avec les travaux des BET et de la maîtrise d'œuvre, l'ordonnancement et l'organisation du chantier et de partager le planning.

Entreprise RAGOUCY

Lot Gros œuvre

1. Ressources logicielles

- TEKLA BIM Sight : visualisation de maquette Ifc,
- ALLPLAN : Plan d'installation de chantier,
- 3D Warehouse : Site internet de téléchargement d'objets 3D - SketchUp
- PDF : Rendu PIC
- WORD : Plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS)

À NOTER

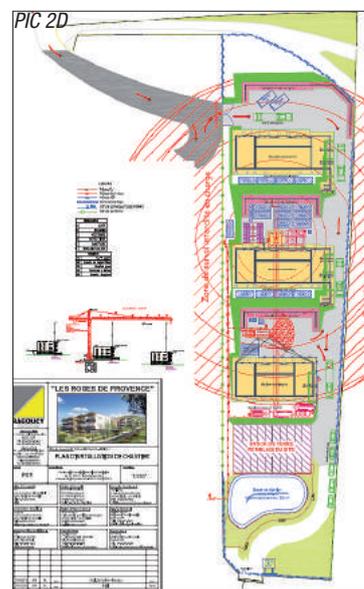
Il faut un ordinateur assez performant et si possible deux écrans pour pouvoir lire et travailler sur plusieurs maquettes Ifc, par exemple sur ALLPLAN et TEKLA, et accéder à des informations sur le dossier ou le WEB, en même temps.

2. Méthode de réalisation du PIC

Plan d'installation du Chantier d'hier

Hier, le plan d'installation de chantier était réalisé exclusivement en 2D, avec comme plan de base les plans Architectes au format dwg et les pièces écrites au format PDF :

- Lecture des pièces écrites (*CCTP Communs, Gros œuvre, PGC, Rapport de Sol*)
- Récupération du plan de masse, sous-sol et RDC, voire du plan de terrassement si existant au format dwg
- Dans un premier temps, réalisation du plan de terrassement pour avoir l'impact des talus sur le PIC
- Mise en place des clôtures, du portail
- Désignation du type de grue (*HSC, Flèche, Dimension base grue*)
- Mise en place d'une centrale à béton si possible,
- Mise en place de la base vie puis des différents stockages
- Mise en place des cheminements
- Réalisation de la coupe de la grue
- Rendu 2D



Plan d'installation du Chantier d'aujourd'hui

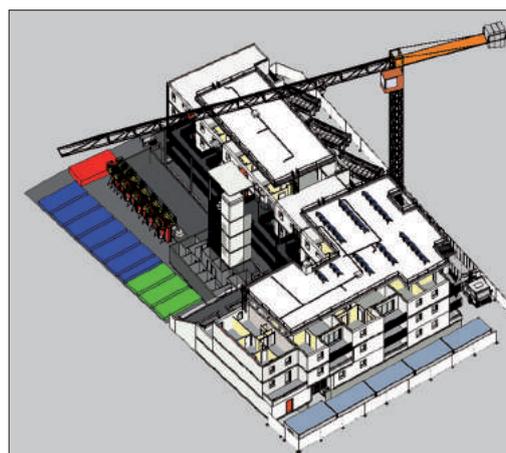
Aujourd'hui, le plan d'installation de chantier peut être réalisé en 3D, avec un rendu 2D pour affichage sur chantier, avec comme plan de base les maquettes Ifc Architecture, Structure et les pièces écrites au format PDF.

Pour le projet ABV nous avons opéré comme suit :

- Récupération sur la plateforme Trimble Connect de la maquette Marché architecture en Ifc et des pièces écrites en PDF (CCTP, PGC, Rapport de sol, etc.),
- Importation de maquette Ifc dans ALLPLAN. Lors de l'importation des messages d'erreur sont apparus, néanmoins la qualité de la maquette Marché est globalement correcte pour pouvoir s'en servir,

➔ **NOTA :** Cependant, il n'a pas été possible d'importer la maquette Ifc Abords Architecte. Aussi, pour visualiser les voiries et habitations voisines, il a fallu importer le plan de masse de la phase PRO au format PDF et le mettre à l'échelle du plan pour redessiner les contours de la voirie en 2D.

- Mise en place, à l'aide des éléments 3D d'ALLPLAN Méthode, la clôture de chantier, la grue à tour et la zone de stockage des banches avec les lests en béton (objets paramétriques),
- Création de volumes 3D pour matérialiser l'emplacement et l'encombrement des zones de stockage des treillis soudés, armatures CFA et préfa etc.
- Insertion des bungalows de chantier créés par RAGOUCY à l'aide des fonctions 3D,
- Importation par l'intermédiaire du site internet (3dwarehouse.sketchup.com) de modèles de matériels existants au format Ifc (semi-remorques, bennes 15 m³ pour les déchets),
- Annotations, cotations, panneau signalétique, fléchage et hachurage restant évidemment en 2D pour une sortie papier,
- Finalisation du rendu 2D PDF et 3D Ifc.



PIC 3D

À NOTER

Il manque encore beaucoup de matériels et d'équipements courants en 3D pour finaliser le PIC 3D. Il conviendrait que les fournisseurs les créent.

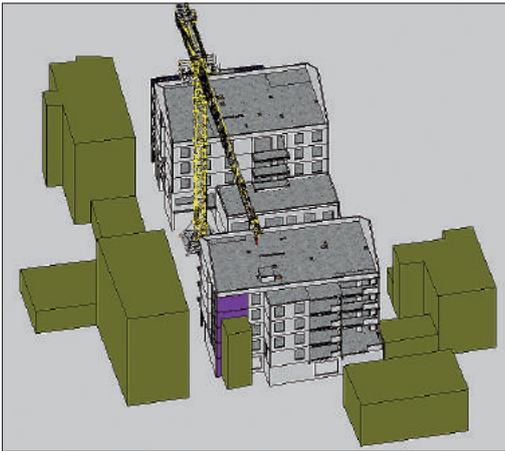
Plan d'Installation de Chantier de demain

Demain, le PIC BIM pourra être réalisé avec plus de détails en 3D et être phasé en 4D pour pouvoir visualiser et anticiper aux mieux toutes les phases du chantier.

Il y aura cependant toujours un rendu 2D pour le chantier pour les annotations et la cotation.

Pour ce faire il sera nécessaire de disposer :

- En plus dans le dossier Marché, des maquettes Ifc Architecture et Structure, des maquettes du géomètre pour intégrer l'environnement au rendu 3D et voir les contraintes extérieures et internes du chantier (dénivelé du terrain, hauteur des immeubles avoisinants et de la végétation, ...). Cela permettrait de prévoir les accès du chantier pour les camions, la hauteur de la grue en fonction des environnants et d'avoir un rendu virtuel du projet phase à phase et une fois terminé.
- D'une maquette Ifc du terrassement pour intégrer automatiquement leur emprise sur le PIC et anticiper le remblaiement en laissant des accès en fonction de l'emplacement des stockages. Ou bien avoir l'extension d'ALLPLAN Modeleur de terrain pour pouvoir dessiner le terrain et les terrassements.



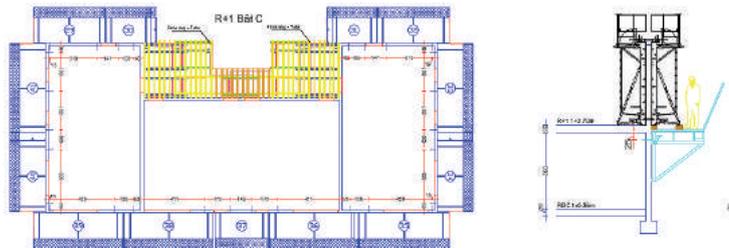
PIC 3D avec avoisinants

- Les objets matériels et équipements courants des fournisseurs en 3D paramétrique (grue, centrale à béton, bungalow, banche, passerelles, etc.) pour obtenir une représentation au plus juste de la place prise par chaque objet.
- Un travail collaboratif avec les autres entreprises pour optimiser un PIC interactif et un PPSPS en fonction des phasages, interventions, besoins et contraintes des différents lots.

Réflexions

Avec la matérialisation de l'ouvrage à construire par phase en 3D, la modélisation des produits des fournisseurs en 3D, voire même en objets 3D interactifs, nous pourrions sur le plan de sécurité aller plus loin et voir où tombent les pieds des passerelles, intégrer sur le plan de coffrage la réservation pour les crochets pignons, etc.

La matérialisation des grues permettrait de se mettre à la place du grutier et anticiper ce qu'il verra en fonction de l'avancement du chantier, et ainsi définir les stockages dans des zones les plus opportunes. Si la plateforme leur était accessible, les organismes de prévention (Inspection du travail, Carsat, OPPBPT, CSPS) pourraient visualiser le PPSPS et d'autres documents.



Synthèse des enseignements des entreprises pour la phase préparation

La période de préparation du chantier est pour les entreprises en charge des travaux l'occasion de contribuer à définir, en corrélation avec les travaux des BET et de la maîtrise d'œuvre, l'ordonnancement et l'organisation du chantier et de partager le planning.

La phase de préparation du chantier en BIM doit être une phase de production de livrables prédéfinis dans la "Convention BIM Réalisation" pour pouvoir aborder en suivant la phase EXE dans de bonnes conditions.

En particulier :

- Réponse aux formalités administratives
- Rédaction des PPSPS
- Préparation technique du chantier
- Définition des tâches et de la rotation du matériel
- Etablissement du planning
- Définition du Plan d'Installation du Chantier (PIC)
- Mise au point des détails (2D ou 3D si besoin) pour validation
- Identification et traitement des interfaces
- Partager les travaux et établir la synthèse de la préparation en mode collaboratif

À noter que le PIC BIM pourrait être réalisé avec plus de détails en 3D, et être phasé et lié au planning en 4D pour visualiser un planning dynamique pour anticiper au mieux toutes les phases du chantier en sécurité.

POINT DE VIGILANCE

Pour exploiter au mieux le BIM en phase de préparation, il conviendrait de :

- Intégrer au DCE numérique la définition 3D de l'environnement du chantier pour établir un PIC qui tient compte des environnants et des contraintes,
 - Retenir toutes les entreprises des macros lots en même temps pour traiter correctement les phasages, les interfaces, avant le lancement des études d'EXE,
 - Partager les travaux et établir la synthèse de la phase de préparation en mode collaboratif,
 - Faire développer par les fournisseurs des objets matériels et équipements courants (grue, centrale à béton, bungalow, banche, passerelles, etc.) pour obtenir une représentation au plus juste de la place prise par chaque objet et intégrer toutes les contraintes,
 - Favoriser un travail collaboratif entre entreprises en phase Préparation pour optimiser un PIC interactif et un planning Travaux réalisé en sécurité, en fonction des interventions, des besoins et des contraintes,
 - Accorder le temps nécessaire aux entreprises pour cette phase de préparation, et "manager" en BIM cette phase de production.
-

IV. PHASE

EXÉCUTION (EXE) ET SYNTHÈSE

Dans le cadre d'ABV, les études EXE ont été confiées aux entreprises pour les lots Gros œuvre, Bardage, Carrelage et sols collés, Cloisons et Serrurerie via leur BE intégré ou sous-traitants, et aux BE de la maîtrise d'œuvre pour les lots CVC et électricité. Le pilotage de la synthèse est assuré par l'entreprise de gros œuvre. Pour alléger les travaux, les plans d'exécution du projet ABV ont été seulement établis sur le R+1, sur la base de la maquette Marché intégrant les variantes Gros oeuvre retenues.

On rappellera que la loi MOP et l'arrêté du 21/12/93 associé précisent en particulier :
"Les études d'exécution ont pour objet pour l'ensemble de l'ouvrage ou pour les seuls lots concernés :

- L'établissement de tous les plans d'exécution et spécifications à l'usage du chantier, en cohérence avec les plans de synthèse correspondants, et définissant les travaux dans tous leurs détails, sans nécessiter pour l'entrepreneur d'études complémentaires autres que celles concernant les plans d'atelier et de chantier, relatifs aux méthodes de réalisation, aux ouvrages provisoires et aux moyens de chantier ;
- La réalisation des études de synthèse ayant pour objet d'assurer pendant la phase d'études d'exécution la cohérence spatiale des éléments d'ouvrage de tous les corps d'état, dans le respect des dispositions architecturales, techniques, d'exploitation et de maintenance du projet et se traduisant par les plans de synthèse qui représentent, au niveau du détail d'exécution, sur un même support, l'implantation des éléments d'ouvrage, des équipements et des installations ;"

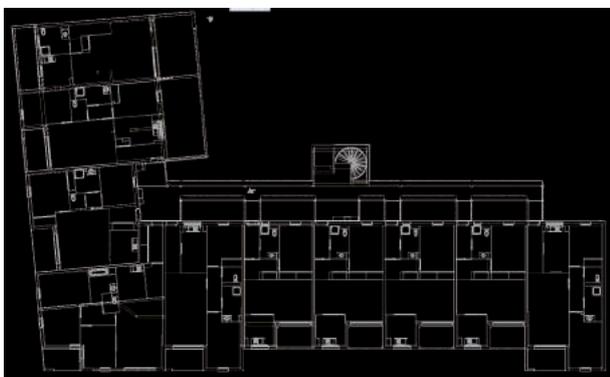
Entreprise RAGOUCY

Lot Gros œuvre

1. Méthode de réalisation du plan de coffrage du R+1

Pour le projet ABV nous avons opéré comme suit :

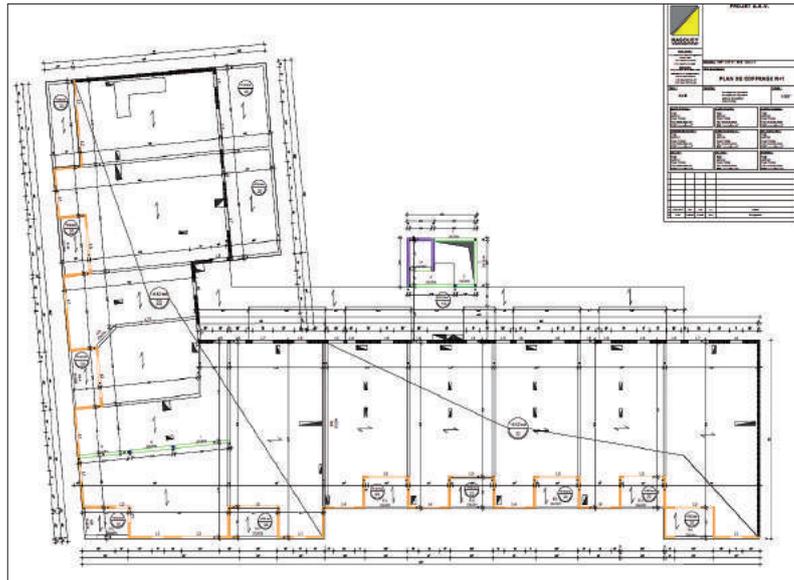
- Récupération sur la plateforme Trimble Connect de la maquette Marché Architecture en Ifc et de la maquette Structure Pro en Ifc.
- Superposition des maquettes : même si la qualité des maquettes est correcte, des messages d'erreur sont apparus. Par exemple, une incohérence entre les deux maquettes notamment au niveau de la coursive et de quelques petits décalages au niveau des murs.
- Elaboration de la maquette Gros œuvre et des plans associés :
 - dans un premier temps, essai de modification de la maquette Ifc Structure de l'étage R+1. Il s'avère que cela est possible, mais qu'il faut modifier tous les murs un par un manuellement et quand on change l'épaisseur du mur, on ne sait pas de quel côté il va se rétrécir.
 - redémarrage avec un nouveau calque pour dessiner le plan de coffrage à partir du plan du R+1 de la maquette Architecte. En voulant l'épurer pour une meilleure compréhension, détection d'une incohérence, tous les verticaux n'étaient pas dans le même calque (cloisons intérieures et certains voiles extérieurs dans le même calque, certains voiles extérieurs dans un calque menuiserie ou façade, ...).
 - intégration d'un voile en béton Thermedia de 16 cm côté route, de murs de briques de 20 cm côté jardin, de voiles béton en refend intérieur, et de prémurs de 20 cm pour la cage d'ascenseur.
 - pour les ouvertures, intégration des blocs de porte et fenêtre de la maquette Structure,
 - pour les poutres, dessin de celles qui sont en retombées, la partie supérieure étant intégrée à la dalle.
 - réalisation de la dalle basse et haute avec les réservations des gaines techniques du plan Architecte.
 - annotations, cotations, et flèches sont réalisées en 2D.
 - rendus 3D Ifc et 2D dwg et pour permettre aux corps d'état secondaires de mettre leurs réservations, leurs menuiseries, etc.



Plan extrait de la maquette



Vue 3D du R+1



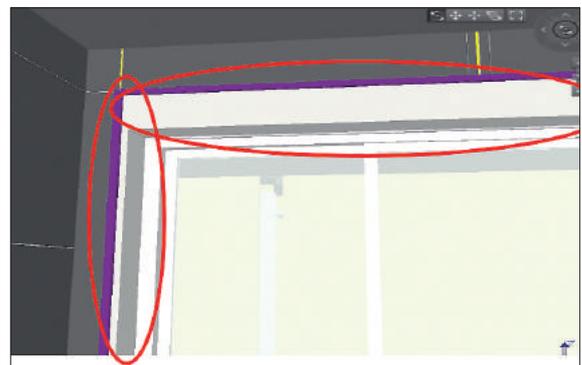
Plan d'Exécution extrait de la maquette côté et renseigné

2. Phase Synthèse

Dans le cadre du projet ABV, l'entreprise RAGOUCY était chargée du pilotage de la synthèse. Pour ce faire l'entreprise a récupéré et superposé les modèles métiers des différents lots et mis en évidence les incohérences et les clashes, à résoudre par les lots concernés.

C'est ainsi par exemple qu'il a été détecté que le bardage ne descendait pas assez bas sur les coffres de volets roulants.

L'entreprise ISORE a dû mettre à jour sa maquette Bardage avec ces observations. Le retour de l'entreprise RAGOUCY a été pertinent pour ISORE car l'erreur aurait été coûteuse, les panneaux Trespa étant pré-découpés en usine.



Détection des incohérences par contrôle visuel

3. Apports positifs, difficultés rencontrées pour la phase EXE et Synthèse

POINTS



Participer au projet ABV, dans le cadre du PTNB, nous a permis de mettre un pied dans une révolution de l'acte de construire. Passer du 2D/3D à la maquette numérique est une étape aussi importante que l'a été en son temps le passage de la table à dessin à la DAO.

La visualisation de l'ouvrage à construire, l'élaboration du dossier d'exécution à partir de la maquette assurant ainsi une cohérence entre le 2D et le 3D, la capacité à superposer, contrôler et fédérer les maquettes métiers en synthèse, constituent de réels avantages.

POINTS

Comme toute “révolution”, il faut s’adapter à une nouvelle méthode de travail, ce qui peut engendrer certaines difficultés :

- Une qualité, cohérence et informations des maquettes et dossiers associés ou liés du DCE numérique insuffisantes. Le DCE doit être vérifié en amont. Il n’est pas un dossier d’EXE, il restera donc quelques erreurs et incohérences, mais celles-ci doivent être mineures,
- Des exports Ifc qui doivent être contrôlés,
- La non-compatibilité des données Ifc lors de l’export et de l’import (vérification à mener avec les éditeurs Allplan, Autocad, Archicad, etc.)
- Des équipements plus ou moins adaptés. Nous n’avons pas eu de problème de puissance de PC, car nous travaillons avec des stations de travail puissantes et récentes, mais cela peut être un frein.
- La qualité de la liaison Internet est également cruciale. Elle doit être de bonne qualité avec des débits suffisamment conséquents pour permettre les échanges entre les différents partenaires. À Gap, la liaison est moyenne mais elle permet de travailler. La fibre est un passage quasi obligé pour pouvoir à terme travailler sur du BIM niveau 3 (maquette collaborative).
- Une meilleure organisation et exploitation de la plateforme collaborative avec par exemple :
 - un plan de classement partagé plus clair,
 - des fichiers aux formats dwg pour les entreprises n’ayant pas encore investi dans un logiciel 3D et surtout pour pouvoir récupérer les cotations et les textes,
 - une gestion des alertes lors d’une mise à jour des informations dans la maquette au lieu de recevoir ou d’avoir à envoyer un mail à tous les acteurs du chantier...
- Le manque d’objets en 3D des fournisseurs pour la réalisation du PIC et du PPSP.

Entreprise ISORE Bâtiment

Lot Bardage

1. Méthode de réalisation du plan des bardages du R+1

Nous avons réalisé les plans EXE avec le logiciel REVIT d’Autodesk. Notre base de travail :

- la maquette gros œuvre en lien externe et utilisée comme support de travail,
- la maquette architecte pour localiser les parements, teintes...

En phase préparation nous avons tout d’abord réalisé des carnets de détails de principe afin d’obtenir une validation de l’architecte :

- “construction” du bardage sur la maquette en créant un mur rideau devant le voile gros œuvre et en proposant un calepinage (= localisation des joints entre panneaux) car la maquette de l’architecte n’en imposait pas,
- élaboration d’un carnet de détails de principe 2D et 3D à partir de coupes réalisées sur la partie concernée de la maquette.

La maquette et le carnet de détails ainsi réalisés ont été mis à disposition de l'architecte sur la plateforme collaborative.

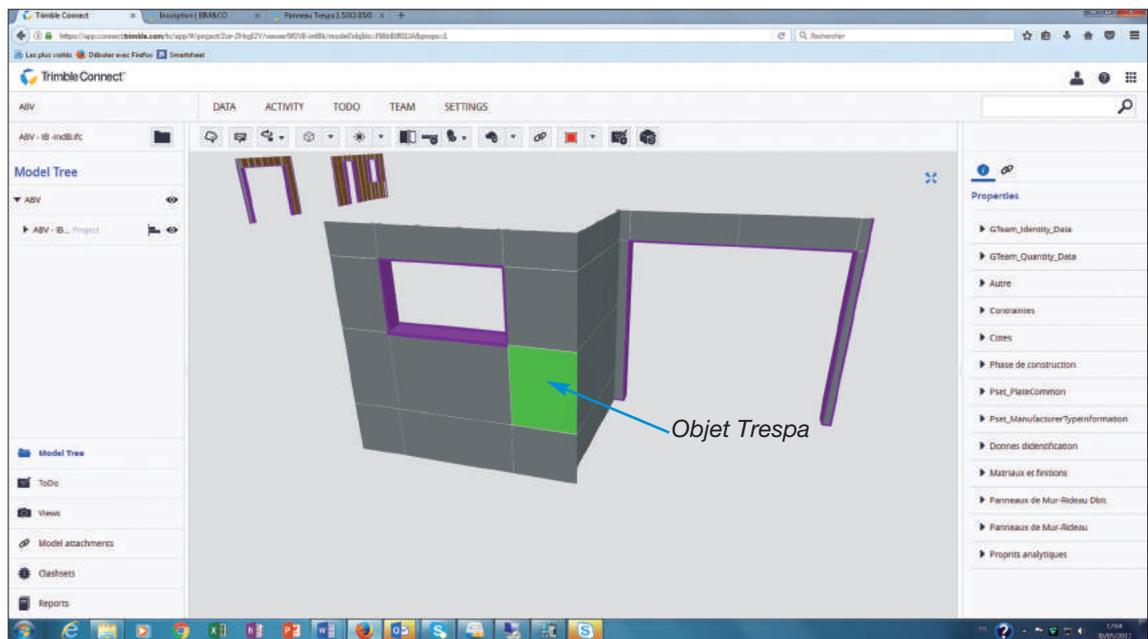
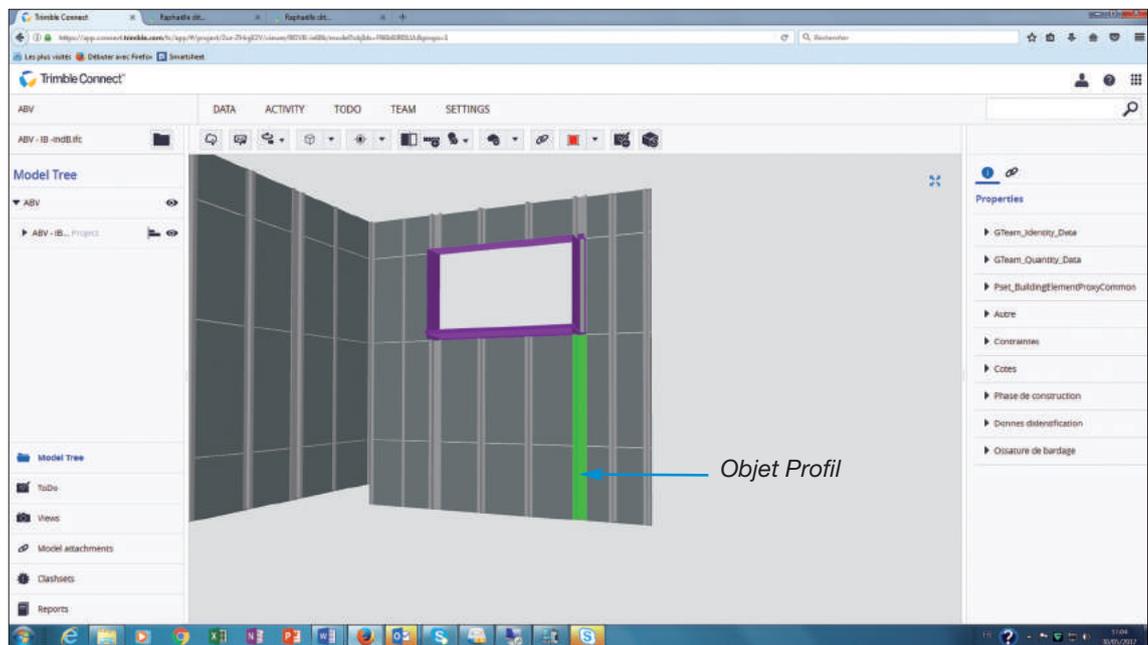
L'architecte nous a délivré son visa avec ses observations par l'intermédiaire d'une fiche visa en PDF déposée sur la plateforme.

En phase Exécution, suite à la réception de la validation de nos détails par l'architecte, nous avons réalisé l'ensemble des plans d'EXE des ouvrages demandés à l'aide du logiciel REVIT.

Nous avons dans notre modèle métier mis en place nos objets "bardages", sur la maquette Gros œuvre, en respectant les coordonnées d'insertion communes à toutes les maquettes du projet, et à l'issue récupéré les nomenclatures détaillées.

Nous avons utilisé un objet générique "profil d'ossature" créé en interne et un objet "panneau Trespa" téléchargé sur un site internet d'objets BIM.

C'est une méthodologie que l'entreprise ISORE Bâtiment utilise depuis 2014, et qui nous a convaincus.



2. Remarque sur le choix de l'objet Bardage Trespa

Nous avons cherché l'objet Trespa sur 3 sites différents, dont celui du fabricant :

- nous ne l'avons pas trouvé sur le site du fabricant (1)
- nous l'avons téléchargé sur BIM&CO (2)
- nous l'avons téléchargé sur POLANTIS (3)

(1) Sur Trespa, site du fabricant, il est dommage qu'il n'y ait pas un lien pour télécharger directement les objets ou au moins une liste des sites internet où les objets sont téléchargeables. La recherche en serait facilitée.

(2) Sur BIM CO, l'objet téléchargé est un modèle générique, ce n'est pas le type d'objet que nous utilisons pour créer notre bardage en EXE,

(3) Sur POLANTIS, l'objet téléchargé se compose de 3 objets :

- un objet "niveau 1" : mur multicouche sans teinte ni texture, c'est un panneau Trespa "générique",
 - un objet "niveau 2" : mur multicouche associé à la bibliothèque des matériaux "Trespa", donc il est possible de mettre une teinte et une texture sur le mur – objet utile pour l'architecte en conception
 - un objet "niveau 3" : composé d'un objet mur et d'un objet mur-rideau, avec la possibilité d'y associer la teinte et la texture, objet utile pour l'entreprise en phase EXE.
- ➔ On peut déplorer l'absence de propriétés, mais cela multiplierait le nombre d'objets à créer (par exemple un panneau M1 et un panneau M3), que le fabricant aurait à mettre à jour régulièrement (par exemple à chaque renouvellement d'Avis technique).
 - ➔ Nous avons détecté une erreur dans les libellés : dans le titre de l'objet "mur-rideau" il est indiqué "Trespa TS700" et dans la fiche de propriétés "Trespa TS150".
 - ➔ Il manque une information, qui pourrait être liée à l'objet, sur l'entretien des panneaux, donnée utile à intégrer au DOE pour l'exploitant.

3. Apports positifs et difficultés rencontrées pour l'EXE

POINTS



Les "plus" de la méthode BIM

- Gain de temps dans la réalisation des plans d'EXE surtout pour la prise en compte des éventuelles modifications
- Moins de modifications
- Nomenclature fiable et automatique pour l'établissement des commandes
- Moins d'erreurs et gain de temps pour les conducteurs de travaux, une de leurs tâches s'est automatisée
- Mise à disposition de la maquette numérique sur les chantiers, "accélérateur de compréhension" pour les équipes

Les "plus" de la plateforme

- Des documents centralisés, faciles à trouver. Par contre il est important que l'arborescence soit prédéfinie et que le circuit de validation soit clairement identifié. Idéalement, la validation devrait pouvoir se faire sur le document, en l'annotant et en le visant "VSO", "VAO"
- Une visionneuse disponible pour l'ensemble des intervenants du projet en particulier pour ceux qui ne sont pas équipés de logiciel de maquette numérique.

POINTS

Les “moins” de la plateforme (liés certainement à une mauvaise utilisation de l’outil) :

- Pas de message pour avertir de la mise en ligne d’un nouveau document nous concernant.
- Pas de réponse ou de réaction au “To Do”,
- Difficulté de faire des commentaires de type bcf sur la maquette à partir de la plateforme. Ce format nous a été présenté pendant l’ABV. Il semble idéal pour partager des commentaires sur la maquette.

POINT DE VIGILANCE

L’utilisation et l’exploitation optimale d’une plateforme demande de la formation, un accompagnement et des règles communes à définir dans les conventions BIM et à appliquer avec rigueur. Les entreprises seront amenées à changer de plateforme fréquemment, voire en utiliser plusieurs en même temps suivant les chantiers. Cet aspect est donc important à mettre en œuvre.

Entreprises BATISOL Plus et MORALES

Lot Revêtements de sols collés et lot Cloisons et doublage

1. Choix d’externalisation des études d’EXE pour le projet

Pour la phase EXE nous avons fait appel à notre fournisseur habituel, Roland DOMINICI de l’entreprise SINIAT (industriel du plâtre), et à Karim BOUREGUIG du BET Bim Cloison spécialisé dans notre métier et plus précisément sur la modélisation des cloisonnements.

Une répartition des tâches et responsabilités ont été définies :

Pour l’entreprise MORALES

- Analyse du cahier des charges du projet,
- Validation des propositions du fournisseur pour les systèmes à mettre en œuvre,
- Définition des missions du BE et du niveau de détail des livrables attendus,
- Précision sur le planning de réalisation,
- Suivi et contrôle.

Pour le fournisseur SINIAT

- Analyse du cahier des charges de l’opération,
- Proposition des systèmes les plus performants et les plus adaptés au projet,
- Alimentation de l’entreprise et du BE de l’ensemble des données et documents nécessaires aux EXE.

Pour le BE BIM Cloisons

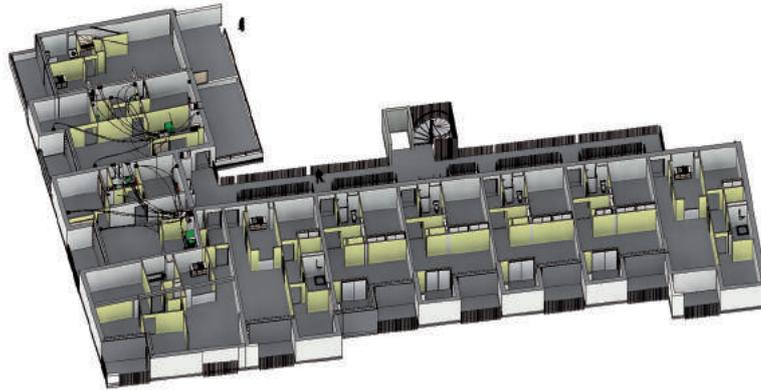
- Synthèse des informations de l’entreprise et du fournisseur,
- Récupération et analyse des maquettes Ifc disponibles,
- Création de la maquette BIM pour le lot Cloisons,
- Fourniture à l’entreprise des livrables souhaités à partir de la maquette Cloison (plans d’exécution, nomenclature des fournitures, plans d’approvisionnement)

2. Etude d'exécution des cloisons

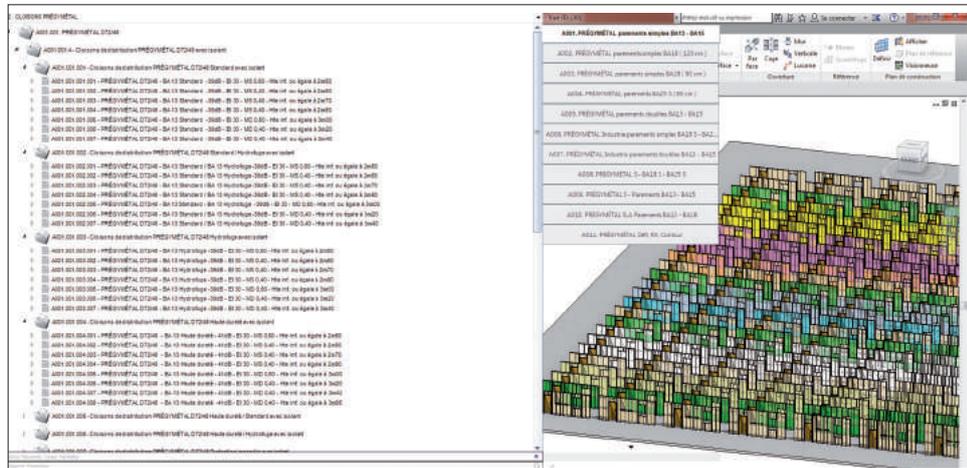
Comme son nom l'indique BIM Cloisons est une solution intégrée qui utilise le numérique et le BIM pour concevoir des cloisons et contre cloisons en plaques de plâtre sur les chantiers.

Sa spécificité : un configurateur, utilisant une base de données de 8000 références de systèmes SINIAT, composée à partir de 3000 références de matériaux, riches de 150 données techniques par référence (par exemple, pour une plaque de plâtre, les données concernent ses dimensions, son épaisseur, son degré coupe-feu, les temps de mise en œuvre, le tarif, etc.)

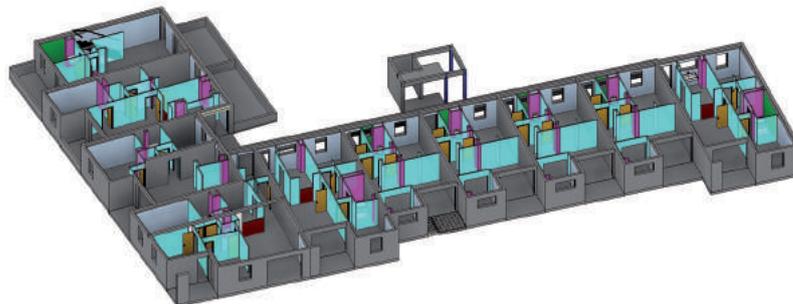
Fédération des différentes maquettes au format Ifc (Architecture, Structure, Fluides)



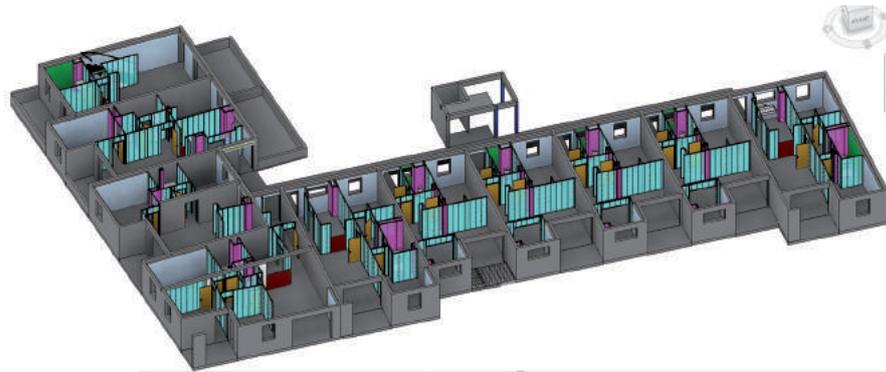
Sélection des systèmes de murs et plafonds les plus pertinents pour le projet en relation avec les choix de l'entreprise



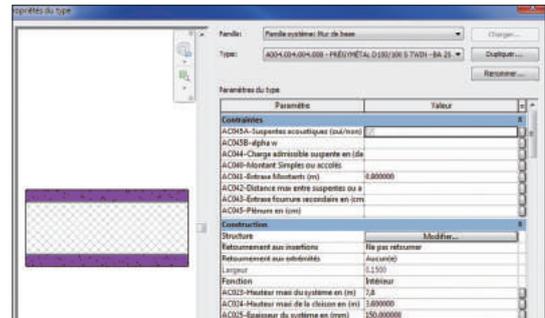
Enrichissement de la maquette en remplaçant les murs initiaux par les systèmes retenus



Création automatique des ossatures en fonction des règles définies pour chaque type de mur et plafond



Création automatique des ossatures (type, hauteur, entraxe) pour chaque mur en fonction de ses contraintes techniques



Génération automatique de tous types de commandes Informations issues de la maquette et de la base de données

<07C - Commande plaques détaillée par Niveaux>										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Niveau	Aléveur	Règle / Plaque	Qte	U.C.	Désignation	Qte. Forc.	U.C.	Pror. Unit.	Aléveur P.T.	
Bureau	R-1	A001.001.000	67	Plaque	PRÉGYPLAC 616 - BA13 - 3,00 x 1,20	241,92	M²		453,69	
Bureau	R-1	A001.002.000	36	Plaque	PRÉGYDRO - BA13 - 3,00 x 1,20	129,96	M²		478,23	
Bureau	R-1	A003.005.004	252	Plaque	PRÉGYPLAC 616 - DA18 S - 3,00 x 0,90	680,35	M²		2279,16	
Bureau	R-1	A003.008.000	28	Plaque	PRÉGYDRO - BA18 S - 3,00 x 0,90	98,86	M²		300,10	
Bureau	R-1	A004.004.012	43	Plaque	PRÉGYTWIN 80 - BA25 S - 3,00 x 0,90	116,27	M²		638,50	
Bureau	R-1	A004.004.018	28	Plaque	PRÉGYTWIN Hydre - BA25 S - 3,00 x 0,90	78,52	M²		605,40	
Bureau	R-1	C003.005.040	24	Plaque	PRÉGYTHERM 32 - R2 55 V13+00 Standard avec pare vapeur - 3,00 x 1,20	85,72	M²		535,21	
Bureau	R-1	C004.005.016	33	Plaque	PRÉGYTHERM 32 - R2 15 V13+00 Standard avec pare vapeur - 3,00 x 1,20	117,75	M²		664,27	
Bureau	R-1	C004.005.005	9	Plaque	PRÉGYTHERM 32 - R3 15 VY12+00 Hydrofuge avec pare vapeur - 3,00 x 1,20	32,45	M²		203,28	
Niveau 30C			516			1551,00			6402,03	
Niveau 31			918			1653,00			6493,65	
Bureau	R-2	A001.001.000	92	Plaque	PRÉGYPLAC 616 - BA13 - 3,00 x 1,20	329,56	M²		626,33	
Bureau	R-2	A001.002.000	28	Plaque	PRÉGYDRO - BA13 - 3,00 x 1,20	100,27	M²		368,98	
Bureau	R-2	A003.005.004	336	Plaque	PRÉGYPLAC 616 - DA18 S - 3,00 x 0,90	807,77	M²		3041,02	
Bureau	R-2	A003.008.000	13	Plaque	PRÉGYDRO - BA18 S - 3,00 x 0,90	34,46	M²		106,21	
Bureau	R-2	A004.004.018	23	Plaque	PRÉGYTWIN Hydre - BA25 S - 3,00 x 0,90	81,76	M²		477,59	
Bureau	R-2	C003.005.040	38	Plaque	PRÉGYTHERM 32 - R2 55 V13+00 Standard avec pare vapeur - 3,00 x 1,20	159,68	M²		853,32	
Bureau	R-2	C004.005.016	38	Plaque	PRÉGYTHERM 32 - R2 15 V13+00 Standard avec pare vapeur - 3,00 x 1,20	135,38	M²		696,12	
Bureau	R-2	C004.005.005	9	Plaque	PRÉGYTHERM 32 - R3 15 VY12+00 Hydrofuge avec pare vapeur - 3,00 x 1,20	16,48	M²		143,91	
Niveau 30D			571			1722,37			6663,95	
Niveau 32-30D			571			1722,37			6663,95	
Bureau	R0C	A001.001.000	38	Plaque	PRÉGYPLAC 616 - BA13 - 3,00 x 1,20	128,63	M²		241,62	
Bureau	R0C	A001.002.004	12	Plaque	PRÉGYDRO - BA13 - 3,00 x 1,20	39,88	M²		148,75	
Bureau	R0C	A001.002.000	20	Plaque	PRÉGYDRO - BA13 - 3,00 x 1,20	71,46	M²		252,99	
Bureau	R0C	A003.005.004	254	Plaque	PRÉGYPLAC 616 - DA18 S - 3,00 x 0,90	680,74	M²		2300,20	
Bureau	R0C	A003.008.000	17	Plaque	PRÉGYDRO - BA18 S - 3,00 x 0,90	45,18	M²		248,33	
Bureau	R0C	A004.004.018	26	Plaque	PRÉGYTWIN Hydre - BA25 S - 3,00 x 0,90	87,33	M²		526,48	
Bureau	R0C	C003.005.040	26	Plaque	PRÉGYTHERM 32 - R2 55 V13+00 Standard avec pare vapeur - 3,00 x 1,20	78,45	M²		609,84	
Bureau	R0C	C004.005.016	33	Plaque	PRÉGYTHERM 32 - R2 15 V13+00 Standard avec pare vapeur - 3,00 x 1,20	117,12	M²		669,69	
Bureau	R0C	C004.005.005	9	Plaque	PRÉGYTHERM 32 - R3 15 VY12+00 Hydrofuge avec pare vapeur - 3,00 x 1,20	32,45	M²		203,28	

Planification avec le budget de main d'œuvre
Informations issues de la maquette et de la base de données

14G - Budget et planification Main d'œuvre - murs détaillés par Log. ou zones

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
PROJET	ANNEE	LOG. / ZONE	PRE	DESCRIPTION	QNT	DE	PLM	FOUR	CHIFFRE CLÉ	CHIFFRE CLÉ
Bureau	R-1	Zone Est	A201.001.813.005	PRÉO-MÉTAL DT204 - BA 13 Hydratage -30x8- E1 30 - MD 0,20 - Hte int. ou égale à 3m00	12,21	M²		89,20	4,91	8,62
Bureau	R-1	Zone Est	A203.003.811.007	PRÉO-MÉTAL D2062 S - BA 18 S Standard -LV 40x8 - E100 - M52/25 Simple 0,50 - Hte int. ou égale à 3m00	131,55	M²		684,86	54,81	7,03
Bureau	R-1	Zone Est	A203.003.812.006	PRÉO-MÉTAL D2062 S - BA 18 S Standard -LV 40x8 - E100 - M52/25 Simple 0,50 - Hte int. ou égale à 3m00	10,27	M²		63,42	4,26	0,50
Bureau	R-1	Zone Est	A203.003.813.007	PRÉO-MÉTAL D2062 S - BA 18 S Hydratage -LV 40x8 - E100 - M52/25 Simple 0,50 - Hte int. ou égale à 3m00	11,82	M²		99,90	4,91	9,92
Bureau	R-1	Zone Est	A203.011.811.012	PRÉO-MÉTAL S Twin 000 - BA 25 S Twin Standard - E90 - 87x8 - 2 x LV 90 - 2 x MD 48/5 0,45 - Hte int. ou égale à 3m00	58,37	M²		364,36	38,41	1,67
Bureau	R-1	Zone Est	C011.101.001.005	Double Plac Batis Standard avec Hte int. ou égale à 3m00	83,86	M²		176,89	13,22	1,64
Bureau	R-1	Zone Est	C014.101.002.048	Double Thermique avec PRÉO-THERM 12 - BA 25 S 13x10 Standard avec pare vapeur - Hte Supérieure à 3m00	43,00	M²		107,46	7,74	9,99
Bureau	R-1	Zone Est	C015.101.002.018	Double Thermique avec PRÉO-THERM 12 - BA 15 13x10 Standard avec pare vapeur - Hte Supérieure à 3m00	71,60	M²		179,16	12,90	1,65
Bureau	R-1	Zone Est	C015.101.004.018	Double Thermique avec PRÉO-THERM 12 - BA 15 13x10 Hydratage avec pare vapeur - Hte Supérieure à 3m00	15,82	M²		39,87	2,80	0,37
Bureau	R-1	Zone Est	F006.102.817.004	Osse technique PRÉO-MÉTAL CV40x85 - Contre-cloison 1 BA18 (Bâche Hydratage - BA 18) (90 cm) Standard - LV 90 - 37 de - E100 - M40/25 Double 0,45 - Hte int. ou égale à 2m70	33,01	M²		171,66	12,75	1,75
Zone Est					601,76			1205,74	147,46	13,27
Bureau	R-1	Zone Ouest	A201.001.813.005	PRÉO-MÉTAL DT204 - BA 13 Hydratage -30x8- E1 30 - MD 0,20 - Hte int. ou égale à 3m00	12,21	M²		207,76	11,26	2,48
Bureau	R-1	Zone Ouest	A203.003.811.007	PRÉO-MÉTAL D2062 S - BA 18 S Standard -LV 40x8 - E100 - M52/25 Simple 0,50 - Hte int. ou égale à 3m00	130,62	M²		636,22	50,93	6,60
Bureau	R-1	Zone Ouest	A203.003.812.007	PRÉO-MÉTAL D2062 S - BA 18 S Standard -LV 40x8 - E100 - M52/25 Simple 0,50 - Hte int. ou égale à 3m00	10,63	M²		64,76	4,59	0,59
Bureau	R-1	Zone Ouest	A203.003.813.007	PRÉO-MÉTAL D2062 S - BA 18 S Hydratage -LV 40x8 - E100 - M52/25 Simple 0,50 - Hte int. ou égale à 3m00	11,67	M²		88,60	4,90	6,62
Bureau	R-1	Zone Ouest	C011.101.001.005	Double Plac Batis Standard avec Hte int. ou égale à 3m00	101,76	M²		216,74	16,27	2,08
Bureau	R-1	Zone Ouest	C014.101.002.048	Double Thermique avec PRÉO-THERM 12 - BA 25 S 13x10 Standard avec pare vapeur - Hte Supérieure à 3m00	42,81	M²		101,82	7,31	0,94
Bureau	R-1	Zone Ouest	C015.101.002.018	Double Thermique avec PRÉO-THERM 12 - BA 15 13x10 Standard avec pare vapeur - Hte Supérieure à 3m00	43,22	M²		108,84	7,76	1,00
Bureau	R-1	Zone Ouest	C015.101.004.018	Double Thermique avec PRÉO-THERM 12 - BA 15 13x10 Hydratage avec pare vapeur - Hte Supérieure à 3m00	15,23	M²		36,87	2,85	0,37
Bureau	R-1	Zone Ouest	F006.102.817.004	Osse technique PRÉO-MÉTAL CV40x85 - Contre-cloison 1 BA18 (Bâche Hydratage - BA 18) (90 cm) Standard - LV 90 - 37 de - E100 - M40/25 Double 0,45 - Hte int. ou égale à 2m70	102,11	M²		600,46	45,58	5,45
Zone Ouest					601,76			1205,74	119,33	13,98
TOTAL					1203,52			4172,27	326,79	41,09

Création des plans d'exécution, légendes et cartouches, nomenclatures

ABV - ATELIER BIM VITUEL Construction de 30 logements

Quartier Saint-Roch
27 000 La Rochelle

Maître d'Ouvrage:
OPH de la CC de La Rochelle
2 Avenue de Nemours - BP 1550
17007 La Rochelle Cedex 2

Maître d'Œuvre:
Stefano - Thierry PAMINAUD
35 Rue de la République
17000 La Rochelle

Plan de Cloisons au 1/50è - Batiment A - N01

Date: 25/04/2017
Index: P.E - DAT A - 101.1
N° de projet: 17007
Echelle: 1/50
Phase: EYE
N° de plan: 101.1
N° de plan: 101.1
Date dernier indice: 04/03/17

SARL MORALES
Projet de cloisons
33 100 Occidentaux/Leclerc
Tél: 03 83 33 33 33
E-mail: morales@morales.fr
www.morales.fr

Entreprises partenaires:

- MAISE - Architecte d'intérieur
- OPDVE - Opérateur de travaux
- CAPIVARETTE - Architecte
- ETSIB - Entreprise de travaux
- IPCS - Entreprise de travaux
- BIM - Logiciel de modélisation
- SUNSLATE - Entreprise de travaux
- IPCS - Entreprise de travaux

Rd	Affaire	N° de log.	Description	QNT
A	R01	100	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	4,8 PI
A	R01	100	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	2,7 PI
A	R01	100	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	18,8 PI
A	R01	100	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	62,4 PI
A	R01	100	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	6,8 PI
A	R01	100	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	6,8 PI
A	R01	100	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	6,2 PI
A	R01	100	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	39,3 PI
A	R01	110	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	6,7 PI
A	R01	110	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	0,8 PI
A	R01	110	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	6,3 PI
A	R01	110	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	39,7 PI
A	R01	111	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	6,8 PI
A	R01	111	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	6,7 PI
A	R01	111	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	100,84 PI
A	R01	111	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	40,3 PI
A	R01	112	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	6,8 PI
A	R01	112	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	6,8 PI
A	R01	112	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	6,8 PI
A	R01	112	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	39,3 PI
A	R01	113	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	6,8 PI
A	R01	113	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	10,3 PI
A	R01	113	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	62,2 PI
A	R01	114	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	6,9 PI
A	R01	114	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	17,3 PI
A	R01	114	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	46,5 PI
A	R01	115	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	4,8 PI
A	R01	115	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	12,4 PI
A	R01	115	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	31,3 PI
A	R01	116	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	4,8 PI
A	R01	116	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	14,9 PI
A	R01	116	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	33,4 PI
A	R01	117 a	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	4,3 PI
A	R01	117 a	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	8,0 PI
A	R01	117 a	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	9,8 PI
A	R01	117 a	PRÉO-THERM - BA 13 - 2,80 x 1,20	29,4 PI



3. Apports positifs et difficultés rencontrées pour l'EXE

POINTS

● Une grande qualité des plans d'exécution

Grâce aux outils du bureau d'étude BIM Cloisons, les plans d'exécution issus de la maquette métier sont conformes aux exigences techniques et réglementaires avec un niveau de détail allant jusqu'au positionnement des ossatures métalliques en fonction des passages particuliers tels que portes, chevêtres, en distinguant les plaques de plâtre par type d'usage : résistantes à l'humidité, coupe-feu, acoustique, etc.

● Des nomenclatures détaillées et fiables

Les nomenclatures, détails des fournitures par pièce, logement, étages issus des maquettes numériques facilitent les commandes et approvisionnements.

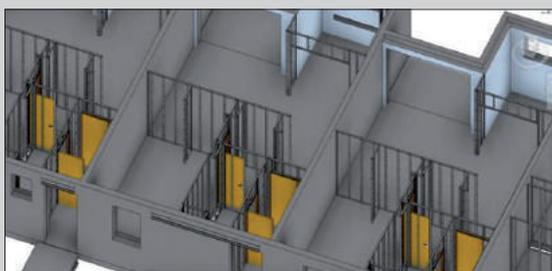
De plus l'outil développé par BIM Cloisons permet à chaque changement de configuration, comme le déplacement d'une porte ou d'une fenêtre, la réorganisation automatique et rapide de tous les éléments constituant les cloisons.

➔ Ce travail a de plus l'avantage d'affiner les commandes de produits : commander la juste quantité de matériaux et le bon nombre d'accessoires pour réaliser des économies (de temps et d'argent).

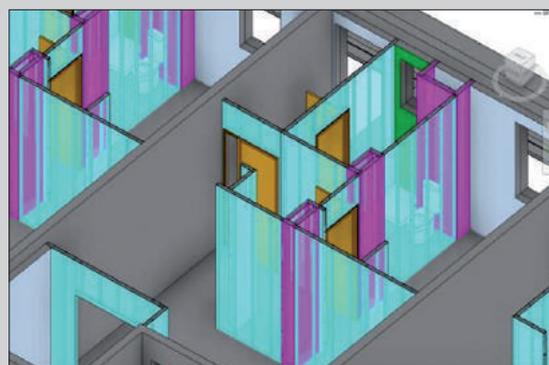
● Des mises en œuvre facilitées

La pose des plaques de plâtre dans le bâtiment peut s'en trouver également simplifiée, puisque les produits susceptibles d'être géolocalisés par des codes-barres pourraient être livrés au plus proche du lieu de leur mise en œuvre, si le négoce est en capacité de le faire (un plan d'approvisionnement peut même être fourni)

Pour la phase chantier, l'artisan et les compagnons peuvent disposer de plan détaillés avec un calepinage optimisé très proche du réel qui peut contribuer à réduire les déchets de chantier.



Détails ossatures cloisons (BIM Cloisons)



Détails salle de bain et gaines (BIM Cloisons)

● Difficulté pour trouver les documents sur la plateforme, le classement n'étant pas assez clair.

● Une maquette Marché avec encore quelques incohérences par exemple :

- sur la maquette Ifc les ouvertures (fenêtres et portes fenêtres) qui sont pourtant bien présentes dans la maquette, car visibles lorsque l'on sélectionne un mur, ne percent pas les murs de structure (a priori problème d'export Ifc) ?
- certains murs présentent des défauts de représentation lorsque l'on ouvre une vue en plan (sans doute lié à un problème lors de la conversion de l'Ifc)

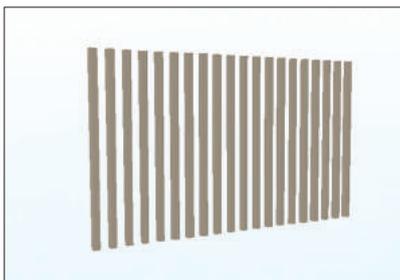
● Des problèmes de conversion des formats Ifc

Entreprise IDEAL

Lot Serrurerie

1. Méthode de réalisation du plan des garde-corps du R+1

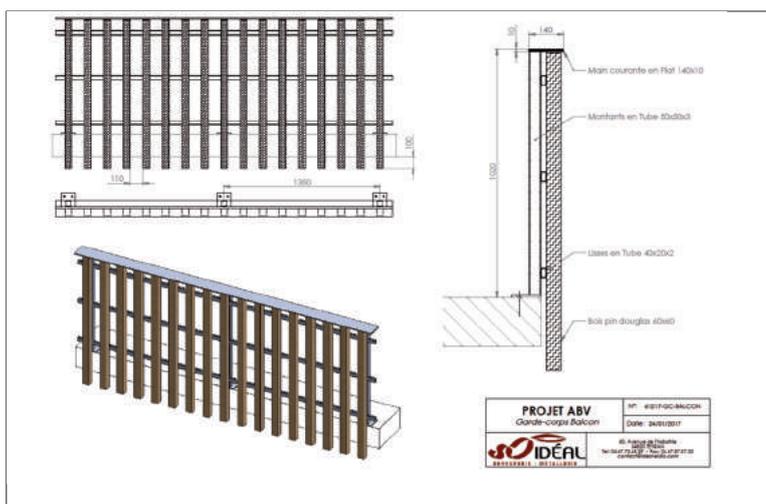
Notre objectif pour cette phase était de produire graphiquement les plans d'exécution et de fabrication d'un garde-corps d'un balcon du niveau R+1, à partir du plan de principe et de la note réalisés en phase préparatoire.



Récupération du garde-corps dans la maquette de l'architecte

L'architecte n'a pas défini la totalité du garde-corps, mais uniquement le barodage en bois.

Proposition à l'architecte en phase Préparation d'un carnet de détails 2D avec une vue 3D sous Autocad et une note de calcul pour validation



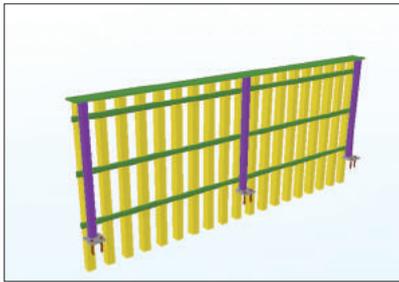
Etudes d'exécution (EXE)

L'entreprise IDEAL, dont le BE intégré travaillant initialement sous Autocad, a acquis une licence du logiciel TEKLA Structure, un PC boosté, et fait suivre une formation à son projeteur (2*5j).

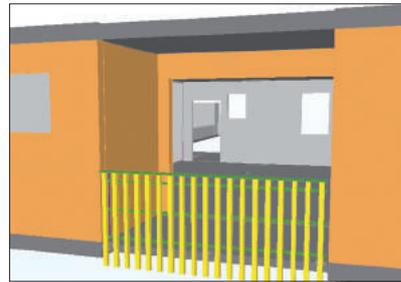
Fort de ce lourd investissement humain et matériel pour un petite entreprise, le processus a consisté à l'aide du logiciel et de l'appui précieux de l'éditeur à :

- Concevoir le garde-corps au format Ifc à partir du schéma du garde-corps proposé en phase préparatoire,
- Intégrer le garde-corps au format Ifc dans la maquette du Gros œuvre en se servant du SCU (l'origine x,y,z) de cette dernière,
- Contrôler la cohérence du modèle (dans le cas présent, détection de l'oubli des bouchons en bout des tubes horizontaux, et agrandissement de la platine de fixation basse pour éviter les aciers des loggias en béton armé),

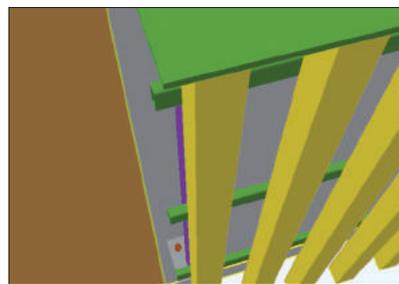
- Valider en détail l'objet garde-corps avant fabrication,
- Produire automatiquement des plans de fabrication et des fichiers machines utilisables directement en atelier.



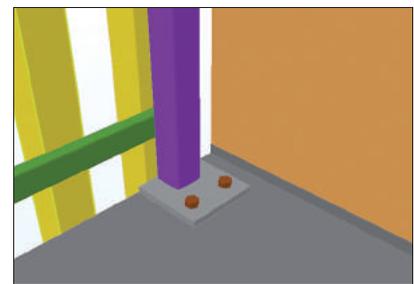
Garde-corps phase EXE



Intégration du garde-corps à la maquette du Gros œuvre



Détail particulier



Détail particulier

2. Apports positifs, difficultés rencontrées et réflexions pour l'EXE

POINTS



- Le projet ABV nous permis de rentrer dans le vif du sujet BIM en traitant concrètement un objet du début à la fin (hors fabrication et mise en œuvre),
- L'investissement et la formation à un nouvel outil nous ont permis de progresser,
- Le garde-corps est réellement mis en place sur la maquette comme un avatar d'un véritable ouvrage,
- Il est possible de détecter en amont les éventuelles erreurs, clashes, problèmes,
- La mise en fabrication est quasi automatique avec pour conséquence un gain de temps et une limitation des risques d'erreurs,
- La vue de l'ouvrage tel qu'il sera fabriqué est disponible pour tous les intervenants.



- Un investissement lourd pour une TPE,
- Une formation et un apprentissage à un nouveau logiciel, certes performant, mais complexe,
- Un dossier DCE pas assez précis (par exemple, les maquettes Structure, Gros œuvre et Architecte ont des origines (SCU) différentes ?)
- Un accès parfois difficile à la plateforme lié à une modification des droits d'accès (certains dossiers apparaissent en grisé)

Réflexions

- Questions spécifiques à la plateforme
 - Qui gère les droits d'accès à la plateforme ?
 - Comment savoir quelle maquette utiliser ?
- Les questions d'ordre général
 - Comment feront les entreprises de serrurerie qui ne sont pas équipées de logiciel BIM compatible ?
 - Existe-t-il des logiciels (moins coûteux) autres que Tekla, REVIT, Allplan qui permettraient néanmoins de produire des maquettes numériques Ifc de qualité ?
 - Si tous les ouvrages de serrurerie sont à intégrer sur la maquette y aura-t-il au final un gain de temps ?
 - Quid des tolérances de fabrication entre le gros œuvre et les ouvrages de serrurerie ? Comment les gérer ?

Synthèse des enseignements des entreprises

pour la phase EXE et Synthèse

Les études d'exécution et la synthèse ont été élaborées en BIM avec des outils appropriés et une démarche collaborative entre la maîtrise d'œuvre et les entreprises.

Il en ressort plusieurs avantages :

- Gain de temps dans la réalisation des plans d'EXE surtout pour la prise en compte d'éventuelles modifications,
- Visualisation de l'avatar de l'ouvrage à construire disponible pour tous les intervenants,
- Elaboration du dossier d'exécution à partir de la maquette qui assure une cohérence entre la 3D et les plans 2D issus de la maquette,
- Capacité à superposer, contrôler et fédérer les maquettes métiers en synthèse pour détecter en amont les éventuelles erreurs, clashes, problèmes, et assurer une cohérence des modèles métiers,
- Moins de modifications (à priori),
- Nomenclatures fiables et automatiques pour l'établissement des commandes,
- Mise à disposition de la maquette numérique sur les chantiers, "accélérateur de compréhension" pour les équipes,
- Moins d'erreurs et gain de temps pour les conducteurs de travaux, une de leurs tâches s'est automatisée.

Si les études sont suffisamment abouties les plans d'exécution issus de la maquette métier sont conformes aux exigences techniques et réglementaires avec un niveau de détail qui peut aller, par exemple pour le lot Cloisons, jusqu'au dimensionnement et positionnement des ossatures métalliques en fonction des passages particuliers tels que portes, chevêtres, en distinguant les plaques de plâtre par type d'usage : résistantes à l'humidité, coupe-feu, acoustique, etc.

Les nomenclatures des ouvrages, produits et matériaux issues des maquettes sont détaillées et fiables, utiles à la préparation des commandes et devraient permettre de faciliter les approvisionnements.

Pour le lot Serrurerie associé à une fabrication en atelier, le garde-corps mis en place sur la maquette comme l'avatar de l'ouvrage à réaliser, permet après validation sa mise en fabrication quasi automatiquement avec pour conséquence un gain de temps et une limitation des risques d'erreurs.

POINT DE VIGILANCE

Cette nouvelle méthode de travail collaborative peut engendrer certaines difficultés et contraintes :

- La nécessité d’avoir en amont un dossier DCE numérique cohérent, renseigné et de qualité,
 - Une “Convention BIM Réalisation” établie au début de la phase Réalisation, précise, suivie avec rigueur et “managée” pas à pas,
 - Une nouvelle méthode de travail collaboratif à développer,
 - Des exports Ifc qui doivent être contrôlés,
 - Des outils, équipements et liaison Internet adaptés,
 - Des acteurs formés et accompagnés,
 - Une plateforme collaborative correctement structurée, exploitée et administrée,
 - Le manque d’objets en 3D et informations associées des fournisseurs, pour la réalisation du PIC, du PPSP et des maquettes renseignées.
-

V. NIVEAUX

DE DÉVELOPPEMENT (LODs) DES OBJETS DANS LES MAQUETTES

Niveaux de développement (LODs)

Le “Cahier des charges BIM” de la MOA et en suivant la “Convention BIM Conception”, définissent par phase les niveaux de développement des maquettes numériques attendus, les LODs (Level Of Development), en distinguant le niveau de définition de la géométrie, les LOD (Level Of Détails - LOD 100, 200, 300...), et le niveau de précision des informations associées, les LOI (Level Of Information).

LODs (Level Of Development) = LOD (Level Of Détails) + LOI (Level Of Information)

Le niveau de détail et d’information dépend avant tout des cas d’usages à traiter et des besoins particuliers des acteurs du projet.

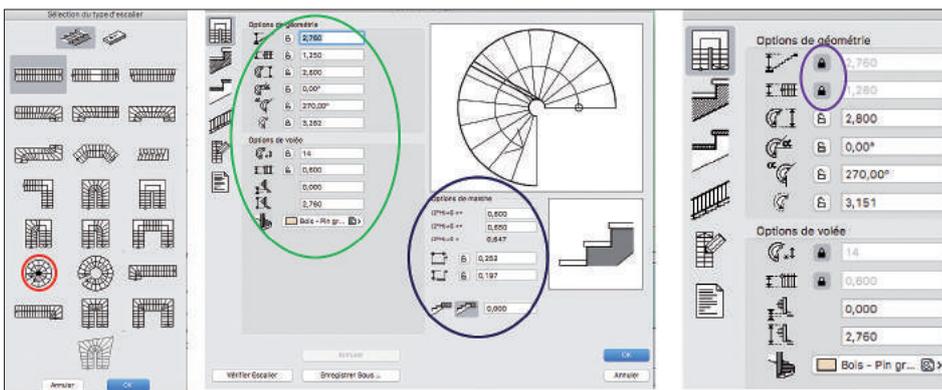
Définition des objets géométriques (LOD) et des informations associées (LOI)

Les logiciels CAO possèdent une bibliothèque d’objets à partir de laquelle il est possible de créer et de paramétrer des objets personnalisés pour son projet.

Pour illustrer la méthode, les résultats, mais aussi les limites sont présentés ci-dessous, le cas particulier des escaliers et d’un mur en béton traité dans le projet ABV.

Traitement des escaliers

En phase conception, création et renseignement d’un escalier



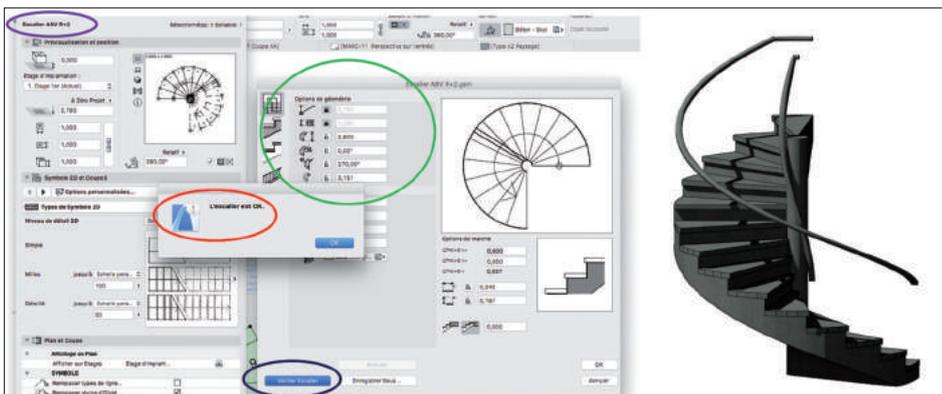
Une liste prédéfinie d’escaliers génériques est proposée à l’architecte par le logiciel Archicad. Il peut alors choisir un modèle le plus proche de celui qu’il veut dessiner, ici un escalier hélicoïdal (cercle rouge).

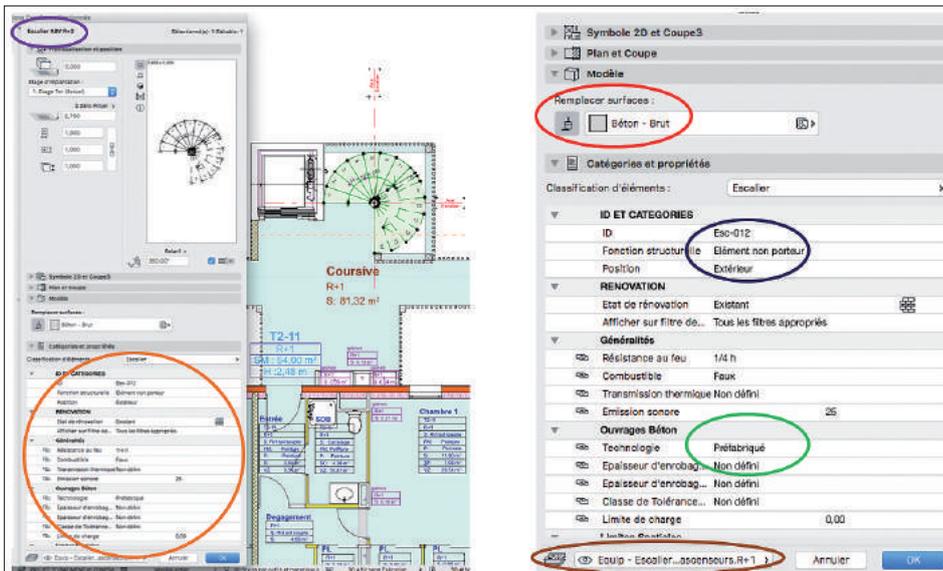
Une fois sélectionné, il est possible de modifier certaines options de géométrie (cercle vert) : hauteur,

largeur volée, diamètre, nombre de marches, etc.; de calculer les marches suivant une formule intégrée (cercle bleu), de définir la dernière marche ie. palier et la finition avec ou sans palier ; puis de les bloquer en cochant le cadenas (cercle violet) pour valider les dimensions souhaitées.

L’escalier sélectionné, renseigné et paramétré, est enregistré et nommé en précisant son étage : ici Escalier ABV R+2 (cercle violet). Puis on effectue un test d’autocontrôle automatique en demandant de “vérifier l’escalier” (cercle bleu). Pour le projet ABV, l’escalier a été créé dès la “phase APS” avec comme données bloquées, la hauteur dalle à dalle (ici 2,76 m), la largeur de la volée (ici 1,25 m), la structure porteuse (ici en béton) ; données pouvant être actualisées lors des phases suivantes (cercle vert).

Le logiciel vérifie les paramètres géométriques de l’escalier et indique s’il est correct ou non (cercle rouge).



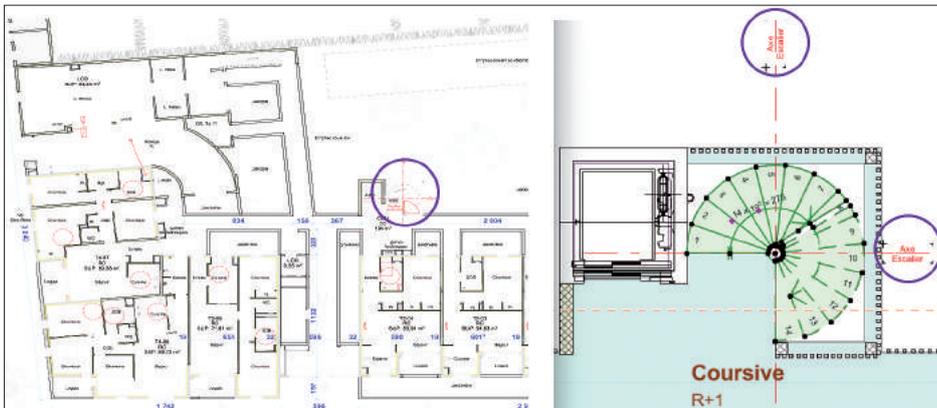


Cet escalier (cercle violet) contient à sa création relativement peu d'informations, principalement celles définies par le concepteur (cercle orange) avec la possibilité, au fur et à mesure des phases d'études, de "rentrer" de nouveaux attributs comme le type de revêtement de sol : ici béton brut (cercle rouge) ou le type de fabrication (cercle vert) en sus des informations sur les ID et catégories à préciser dès la création de l'objet (cercle bleu), de même que de définir le

calque où il sera intégré (cercle marron) afin de le retrouver dans les arborescences liées au dossier.

En phase EXE, remplacement de l'escalier générique par l'escalier de l'industriel

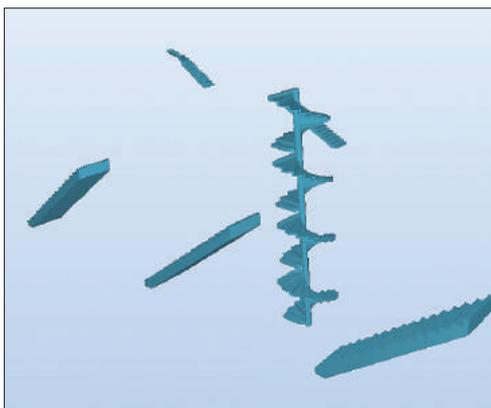
Au préalable, il convient de bien définir le repère de l'escalier en x, y, z pour que celui-ci puisse être facilement substitué (cercle violet) ; le repère étant ici le fut de l'escalier comme le montre la vignette ci-dessous.



La société PBM a récupéré la maquette numérique de l'architecte sous Archicad au format Ifc afin de remplacer les objets génériques par ses propres produits industriels en phase EXE. Il lui a semblé plutôt pertinent à l'usage de travailler sur le modèle BIM du BET Structure sous Revit pour remplacer les escaliers.

Il demeure néanmoins des problèmes de conception et de superposition.

Concernant les informations associées aux escaliers, fort des travaux de PPBIM et ceux du groupe Escalier de la FIB dont fait partie PBM, ont été définies les propriétés des escaliers génériques. Les modèles des escaliers intégrés dans la maquette EXE portent ces informations.



Info					
Stair.0.1					
Identification	Location	Quantities	Relations	Classification	Hyperli
Property		Value			
Accessibilité handicapé	True				
Débord de nez de marche	0 mm				
Emmarchement	900 mm				
Extérieur	False				
Giron	>=24cm				
Hauteur de marche	178 mm				
Hauteur à monter	2.98 m				
Joint de pose	10 mm				
Nombre de hauteur	17				
Pas de souris	0 mm				
Position de la ligne de foulée	35 cm du m				
Type de levage	Boucle(s) de				

Apports positifs et difficultés rencontrées pour l'EXE

POINTS

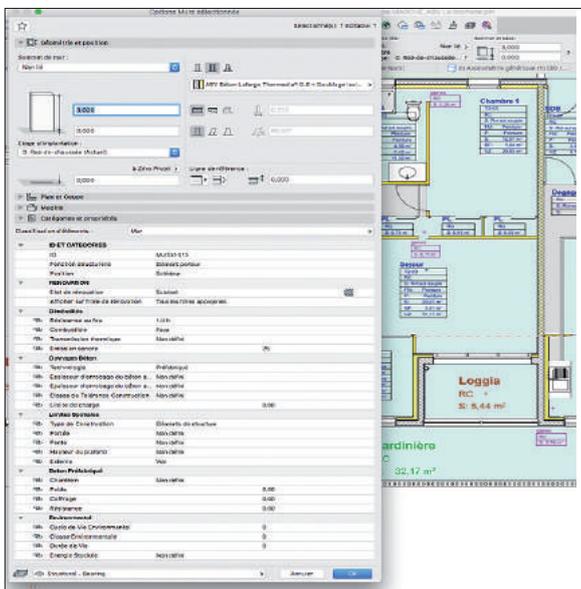
- En phase conception la possibilité de créer et de renseigner les escaliers existe, mais reste perfectible.
- En phase EXE la possibilité de remplacer les escaliers génériques par les escaliers des industriels conformes et renseignés.

Il s'avère que :

- dans le DCE, les escaliers étaient plus ou moins réalistes voire hors normes suivant les logiciels utilisés (ici Archicad ou Revit),
- les repères locaux étaient différents suivant le logiciel,
- l'utilisation des lfc2x3 à facette n'est pas adaptée pour les escaliers hélicoïdaux,
- le changement des produits génériques par les produits livrés par les industriels n'est pas si aisé,
- il n'existe pas actuellement de base de données d'escaliers génériques, qui permettrait de gagner en qualité en phase PRO-DCE et du temps en phase EXE.

Traitement d'un mur en béton

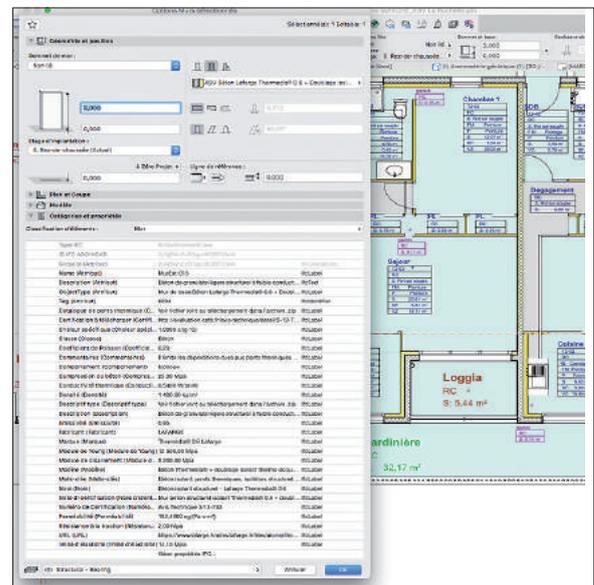
En phase conception, création et renseignement d'un voile béton



Phase DCE : Objet générique "Mur béton"

La maquette de l'architecte sous Archicad porte des informations très succinctes :

- mur extérieur
 - voile béton 16 cm
- sans descriptifs des propriétés, des exigences, des comportements.



En phase EXE, remplacement du mur générique par le mur industriel

Phase EXE : Mur béton Thermedia

Avec quelques difficultés, l'architecte a récupéré l'objet Thermedia sur Polantis, pour enrichir la maquette Marché des propriétés et caractéristiques du matériau retenu en variante.

À noter : trop d'informations ?



Apports positifs et difficultés rencontrées pour l'EXE

POINTS

- + ● Il est possible de récupérer et intégrer dans la maquette des objets porteurs d'informations.
- ● En phase PRO-DCE le mur était très pauvre d'informations.

Informations utiles associées aux objets (LOI)

Extrait de la Convention BIM conception

Contenu des maquettes numériques : (cf. guide de la MIQCP)

BIM PRO :

La maquette numérique livrée au stade PRO contient les éléments de la maquette AVP complétés par :

- Aménagements et traitements des surfaces extérieures et plantations ;
- Equipements électriques terminaux (interrupteurs, prises, visiophone) ;
- Systèmes de ventilation, de chauffage, et différents corps d'état technique ; soit :
 - Objets génériques relatifs aux ouvrages de fondation et de structure ;
 - Objets génériques constituant les enveloppes (différents types de façades sont définis, positionnés et dimensionnés sous forme d'objets génériques renseignés (désignation, nature, composition, propriétés physiques, performances) ;
 - Objets génériques constituant les ouvrages intérieurs (différents ouvrages intérieurs et leurs ouvertures sont définis, positionnés et dimensionnés sous forme d'objets génériques renseignés (désignation, nature, composition, géométrie, propriétés physiques, performances, calepinage). Notamment figurent les faux plafonds, faux planchers, cloisons, portes, revêtement et habillage, façade intérieure, aménagements) ;
 - Objets génériques relatifs aux fluides (CFO, CFA, CVC, Plomberie). Les principaux équipements et réseaux sont dimensionnés et saisis sous forme d'objets détaillés et génériques (désignation, dimensions, fonction, spécification technique). Equipements électriques terminaux (interrupteurs, prises, visiophone). Systèmes de ventilation et de chauffage ;

Niveau de définition permettant l'établissement de quantitatifs nécessaires à l'estimation financière.

Les Informations (LOI) contenues dans les maquettes PRO-DCE

Pour collaborer en BIM, les informations doivent être associées et/ou liées à une maquette numérique pour que chaque acteur ait accès à la bonne information, au bon moment.

En cliquant sur un élément ou objet de la maquette numérique il doit être possible normalement d'accéder à des informations. Par exemple, pour un mur : Intérieur/extérieur, porteur ou non, degré coupe-feu, caractéristiques mécaniques, acoustiques, ...

Il s'avère que les objets des maquettes PRO-DCE d'ABV étaient généralement très pauvres en informations, sauf celle de l'économiste qui associe un CCTP aux objets ou famille d'objets.

De plus si elles existaient, les informations et exigences pouvaient être redondantes et non cohérentes entre les différents modèles de maquette métier.

POINTS

Ecrire par exemple : "objets génériques renseignés (désignation, nature, composition, propriétés physiques, performances)" ne suffit pas pour que cela soit fait.

Plusieurs raisons à cela :

- À l'heure actuelle, les logiciels, les objets génériques et/ou des industriels ne sont pas tous en capacité de répondre au plus près à la réalité construite,
- Les objets génériques sont rarement disponibles. Tout au plus les concepteurs disposent dans leur logiciel métier des bases de données d'objets Ifc, mais ils sont très peu renseignés.
- La définition des informations associées aux objets, l'intégration de celles-ci dans la maquette numérique pour chaque objet, l'enrichissement des données par phase, et leur maintenance tout au long du projet, seraient difficiles et très longs à réaliser, ce qui conduit à ne pas le faire, et d'avoir une maquette numérique pauvre en information,
- La difficulté de saisir et d'intégrer ou lier des informations aux objets Ifc des maquettes suivant les logiciels utilisés,
- Les objets disponibles des fournisseurs sont encore peu nombreux, et pas forcément adaptés aux usages des concepteurs et entreprises. Ils sont souvent porteurs de pas ou de trop d'informations, et de plus, s'ils existent, ne peuvent pas être intégrés dans les maquettes des marchés publics en phase Conception, sauf à mentionner "ou similaire" dans les CCTP.

POINT DE VIGILANCE

Travailler en BIM n'est pas un but en soit, il faut chercher à en tirer un profit, donc en avoir un usage.

Pour satisfaire aux cas d'usages identifiés, il convient que le "Cahier des charges BIM" de la MOA et les "Conventions BIM Conception" et "Convention BIM Réalisation" définissent par phase le juste niveau de développement des maquettes (LODs) aussi bien du point de vue géométrique (LOD) que du niveau d'informations utiles associées (LOI), et ce, à chaque phase du projet, en d'autres termes les LODs attendus (Level Of Development = Level Of Détails + Level Of Information).

En se posant les bonnes questions : pour une phase donnée, que dois-je voir, pourquoi faire, avec quel niveau de détail et avec quelles informations utiles ?

VI. CONCLUSIONS

DES ENTREPRISES

Participer au projet, ABV dans le cadre du PTNB, a permis aux entreprises de mettre un pied dans le BIM en traitant un cas concret en mode collaboratif.

Le BIM est pour les entreprises une révolution dans l'acte de construire. Passer du 2D/3D de la maquette numérique au travail collaboratif est une étape aussi importante pour elles que l'a été en son temps le passage de la table à dessin à la DAO.

Le potentiel du BIM est quasi infini, tous les éléments, informations, liens... pourraient être intégrés dans la maquette numérique, en particulier dans celle du DCE.

Apports du BIM pour les entreprises

Les apports et gains sont nombreux en phase Réalisation, avec entre autres :

- Un dossier DCE mieux conçu et plus cohérent (normalement...),
- La facilité de compréhension du projet par la visualisation en 3D d'un seul coup d'œil des éléments de la construction, à partager avec tous les acteurs de la construction,
- Des réponses aux appels d'offre dans le cadre d'une opération BIM plus rapides et fiables (quand tout marche bien) avec un gain de temps pour établir et contrôler les quantitatifs,
- Une phase de préparation collaborative pour préciser en particulier les interfaces,
- Une phase EXE-Synthèse pour améliorer la qualité de l'avatar à construire et anticiper les problèmes. La capacité à superposer, contrôler et fédérer les maquettes métiers en Synthèse permet de détecter en amont les éventuelles erreurs, clashes, problèmes, et d'assurer une cohérence des modèles métiers,
- Un gain de temps dans la réalisation des plans d'EXE 2D issus des maquettes, en particulier pour la prise en compte des éventuelles modifications, avec en sus la possibilité d'exploiter demain le BIM sur chantier avec :
 - des nomenclatures fiables et automatiques pour l'établissement des commandes avec moins d'erreurs et un gain de temps pour les conducteurs de travaux,
 - la mise à disposition de la maquette numérique sur les chantiers, "accélérateur de compréhension" pour les équipes,
 - un PIC et un planning BIM en 4D pour pouvoir visualiser un planning dynamique, et anticiper au mieux toutes les phases du chantier en sécurité.

Difficultés et contraintes

Même si passer au BIM est positif à court terme, cela nécessite pour les entreprises des investissements en équipements tels que tablettes, PC performants, quelques outils métiers plus ou moins onéreux, des formations et un temps d'apprentissage.

Propositions et points de vigilance

- Si l'on veut exploiter au mieux les maquettes, il convient qu'elles soient, en particulier celle du DCE, complètes, précises et porteuses d'informations cohérentes.
- Le dossier DCE doit préciser clairement les attentes de la MOA et MOE, et ce que l'on attend des entreprises en BIM tout au long de la phase de Réalisation, et donner à celles-ci le temps de se former et d'élaborer une "Convention BIM Réalisation" au début de la phase Réalisation, précise, suivie avec rigueur et "managée" pas à pas,
- Pour traiter correctement les interfaces en phase préparation en mode collaboratif avant le lancement des études EXE, il est nécessaire de retenir toutes les entreprises des macros lots en même temps.
- La phase de préparation du chantier en BIM doit être une phase de production de livrables prédéfinis dans la "Convention BIM Réalisation" pour pouvoir aborder en suivant la phase EXE dans de bonnes conditions, en accordant le temps nécessaire aux entreprises pour cette phase, et en pilotant en BIM cette phase de production.

- L'utilisation et l'exploitation optimale d'une plateforme demandent de la formation, un accompagnement et des règles communes à définir dans les conventions BIM et à appliquer avec rigueur. Les entreprises seront amenées à changer de plateforme fréquemment, voire en utiliser plusieurs en même temps suivant les chantiers. Cet aspect est donc important à mettre en œuvre.

Conclusion

Le BIM est perçu par les entreprises comme un moyen très efficace de construire dans l'avenir. C'est un processus collaboratif par lequel sont créées, enrichies, maintenues et exploitées toutes les données nécessaires à la construction d'un projet de bâtiment ou d'ouvrage d'infrastructure. Ce processus est capable de couvrir l'ensemble des étapes du cycle de vie d'un bâtiment et de l'ouvrage à construire.

Mais pour exploiter au mieux le potentiel du BIM en phase Réalisation, les méthodes de travail devront être modifiées, adaptées ou même remises en cause. Cela implique une remise en question des entreprises, mais aussi de l'ensemble des intervenants dans l'acte de construire, du maître d'ouvrage jusqu'à l'exploitant en passant par la maîtrise d'oeuvre, le bureau de contrôle, les entrepreneurs, les fournisseurs...

Ce n'est pas un exercice facile. Cela demande une forte implication de tous et une grande motivation sur la durée. L'adaptation technique ou logicielle est plus simple que l'adaptation humaine, parfois confortablement installée dans des habitudes de travail. La formation et un accompagnement au changement sont indispensables pour le personnel.

Travailler en BIM nécessite l'intégration de toutes les entreprises très en amont dans le processus, notamment au niveau de la désignation des attributaires pour la signature des marchés. Il est alors indispensable de réaliser une maquette numérique Marché correspondant aux offres des entreprises. Cela conduit également à une active période de préparation en mode collaboratif un peu plus longue qu'à l'accoutumé, et à un management du BIM chargé de la mise en place du processus tout au long de la phase Réalisation.

Le projet ABV a duré 9 mois pendant lesquels l'équipe Projet a pu apprécier l'appui et le soutien de nombreuses personnes.

Trois retours d'expérience Rex sont aujourd'hui disponibles :

- Rex Maîtrise d'ouvrage
- Rex Maîtrise d'œuvre
- Rex Entreprises

Nous tenons à remercier :

- tous les acteurs du projet et leurs collaborateurs qui ont œuvré à son bon déroulement,
- toutes les Organisations Professionnelles (OP) qui les ont soutenus et aidés,
- toutes les personnes qui ont contribué à la réussite du projet,

et tout particulièrement :

- Pierre MASCLOUX du PTNB pour son écoute attentive et son soutien logistique,

et les éditeurs mobilisés qui nous ont accompagnés dont :

- Jean-Yves VETIL et son équipe pour la mise à disposition de la plateforme Trimble Connect,
- Gabriel CASTEL de ALLPLAN pour sa disponibilité, ses conseils et formations sur SMC
- Stéphane BERNARD d'ATTIC+ pour son appui aux entreprises,
- Didier BALAGUER de datBIM pour ses réflexions sur la production et gestion des données.



